



TESIS - RC 142501

**STUDI PENGARUH *LINING* SALURAN IRIGASI TERHADAP  
KEHILANGAN AIR UNTUK PENINGKATAN PRODUKSI  
(STUDI KASUS : DI KAIRATU I)**

ANGEL RUMIHIN  
NRP. 3115205001

DOSEN KONSULTASI  
Prof. Dr. Ir. Nadjadji Anwar, M.Sc

PROGRAM MAGISTER  
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN DAN REKAYASA SUMBER AIR  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016



TESIS - RC 142501

**STUDY OF IRRIGATION CHANNEL LINNING IMPACTS OF  
THE WATER LOSS TO INCREASE THE PRODUCTION  
(CASE STUDY OF KAIRATU I IRRIGATION AREA)**

**ANGEL RUMIHIN  
NRP. 3115205001**

**SUPERVISOR  
Prof. Dr.Ir. Nadjadji Anwar, M.Sc.**

**MAGISTER PROGRAM  
WATER RESOURCES ENGINEERING AND MANAGEMENT  
DEPARTEMEN OF CIVIL ENGINEERING  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016**

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Teknik (MT)


Di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh  
Angel Rumihin  
NRP. 3115205001

Tanggal Ujian : 9 Januari 2017

Periode Wisuda : Maret 2017

Disetujui oleh :



1. Prof. Dr. Ir. Nadjadji Anwar, M.Sc  
NIP. 19540113 198010 1 001

(Pembimbing)



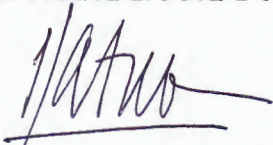
2. Dr. Ir. Wasis Wardoyo, M. Sc.  
NIP. 19610927 198701 1 001

(Penguji)



3. Dr. Techn. Umboro Lasminto, ST, M.Sc  
NIP. 19721202 199802 1 001

(Penguji)



4. Dr. Ir. Edijatno, CES, DEA  
NIP. 19520311 198003 1 003

(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana,

an. Direktur Program Pascasarjana  
Asisten Direktur



Prof. Dr. Ir. Widjaja, M.Eng.  
NIP. 19611021 198603 1 001

Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc.Ph.D  
NIP. 19601202 198701 1 001

# STUDI PENGARUH *LINING* SALURAN IRIGASI TERHADAP KEHILANGAN AIR UNTUK PENINGKATAN PRODUKSI

## (STUDI KASUS : DI KAIRATU I)

Nama Mahasiswa : Angel Rumihin

NRP : 3115205001

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Nadjadji Anwar, Msc

## ABSTRAK

Air kian hari menjadi permasalahan yang semakin serius, pemberian air menjadi sangat penting untuk menunjang hasil panen yang optimal. Tetapi pada beberapa daerah menjadi masalah dengan tidak terpenuhi kebutuhan pada petak sawah dengan debit yang tersedia, hal ini dikarenakan beberapa penyebab salah satunya karena kehilangan air disepanjang saluran selama perjalanan menuju ke petak sawah. Salah satu daerah yang memiliki permasalahan yang serupa adalah Kabupaten Seram Bagian Barat (SBB) terletak di wilayah Pulau Seram. Ada beberapa permasalahan yang terjadi pada daerah irigasi kairatu I dimana debit air yang ada pada sumber tidak mencukupi pada beberapa petak sawah, teristimewa pada musim kemarau, hal ini disebabkan karena beberapa hal dan juga karena kehilangan air di sepanjang saluran irigasi mengakibatkan debit yang sampai ke petak tersier sudah tidak mencukupi untuk mengairi semua petak sawah yang ada. Salah satu upaya untuk mengurangi kehilangan air selama perjalanan air menuju petak sawah, dan meningkatkan debit pada daerah irigasi Kairatu I maka dicoba melakukan perubahan *lining* saluran yang ada pada daerah irigasi Kairatu I, khususnya pada saluran yang masih merupakan saluran alami yang terbuat dari tanah.

Dari hasil penelitian diketahui untuk saluran sekunder dan tersier yang sudah *dilining* memiliki efisiensi yang baik, tetapi untuk saluran tersier yang masih merupakan saluran alami memiliki nilai efisiensi yang rendah. Total efisiensi saluran irigasi Kairatu I = 74%, sehingga untuk menaikkan efisiensi irigasi yang ada maka dilakukan perubahan *lining* untuk saluran tersier dengan menggunakan beton. Dari hasil perubahan *lining* dapat menaikkan efisiensi irigasi menjadi 80%, serta dapat meningkatkan keuntungan hasil panen sebesar  $\pm 7\%$  atau  $\pm \text{Rp.3,481,200,000.00}$

Kata kunci : irigasi, *lining*, efisiensi, optimasi, pola tanam.

*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan*

**STUDY OF IRRIGATION CHANNEL LINNING IMPACTS OF THE  
WATER LOSS TO INCREASE THE PRODUCTION  
(CASE STUDY OF KAIRATU I IRRIGATION AREA)**

Student Name : Angel Rumihin  
NRP : 3115205001  
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Nadjadji Anwar, Msc

**ABSTRACT**

Water becomes a more serious problem in which watering is so essential to obtain optimal crop. However, in some areas, it becomes a problem in which the waterflow cannot fulfill the needs of every rice fields. It is caused by some factors; one of them is the lack of water along the flow to the rice field. One of the areas having this problem is Western Seram or Seram Bagian Barat (SBB) Regency which is located in Seram Island. There are some problems happening in Kairatu I irrigation area in which the waterflow is not sufficient in some rice field compartments, especially on dry season. It is caused by some factors and the lack of water also causes the water flowing to the tertiary rice field is not sufficient to irrigate all areas in the rice field. One of the attempts to solve the water lack along the flow to the rice field and to increase the flow in Kairatu I irrigation area is by changing the lining duct in Kairatu I irrigation area, especially on the area which is still the natural duct made from soil.

From the observation, it is found that the secondary and the tertiary ducts in which lining process has been done, have good efficiency; while the tertiary duct which has natural one has low efficiency. The total of efficiency of Kairatu I irrigation area = 74%, so that to improve the efficiency of the existing irrigation, the change of lining is done for tertiary duct using concrete. From the lining change, it is found that it can improve the irrigation efficiency to be 80%, and it can gain more crop profit in the amount of  $\pm 7\%$  or  $\pm \text{Rp.3,481,200,000.00}$

Keywords: irrigation, *lining*, efficiency, optimizing, planting pattern.

*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

Segala pujian dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus, karena oleh berkat dan anugrah-Nya yang luar biasa sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tesis ini dengan judul “Studi Pengaruh Lining Saluran Irigasi Terhadap Kehilangan Air Untuk Peningkatan Produksi (Studi Kasus : DI Kairatu I)”. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini tidak akan berhasil tanpa adanya keterlibatan orang-orang dan pihak yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini. Untuk itu pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat penulis mengucapkan terima kasih yang tulus dan sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua tercinta Papa Ir. Ony F. Rumihin, MM, MT dan Mama Any S. Rumihin/Gosjen, serta adik tersayang Paschal Rumihin yang selalu mendukung dalam segala hal, khususnya dalam penyusunan tesis ini. Baik secara financial, moral serta doa
2. Prof. Dr. Ir. Nadjadji Anwar, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan banyak masukan dan ide-ide untuk membantu pengerjaan tesis ini
3. Para Dosen penguji sekaligus dosen Pasca Sarjana MRSA yaitu Dr. Techn. Umboro Lasminto, ST, M.Sc, Dr. Ir. Wasis Wardoyo, M.Sc dan Dr.Ir.Edijatno, CES, DEA yang telah memberikan banyak masukan sekaligus memberikan banyak ilmu baik selama proses perkuliahan maupun dalam pengerjaan tesis ini
4. Ketua program studi Pasca Sarjana Teknik Sipil ITS ibu Endah Wahyuni, ST, MT, Ph.D yang telah membantu dalam semua proses selama penulis menempuh pendidikan pada Pasca Sarjana Teknik Sipil /MRSA ITS
5. Pak Robin, Pak Fauzi dan Bu Lusi selaku TU Pasca Sarjana Teknik Sipil ITS yang telah membantu dalam semua proses administrasi dan informasi, serta Pak Dimas selaku staff Perpustakaan/Ruang Baca S2 yang telah membantu memberikan informasi serta menyediakan tempat untuk pengerjaan tesis



6. Warga desa Gempa, Kecamatan kairatu I dan kelompok P3A yang telah membantu selama proses pengambilan data
7. Semua rekan-rekan MRSA angkatan 2015 yang selalu memberikan dukungan, kerjasama, dan kekompakan yang luar biasa selama ini
8. Semua pihak yang membantu baik secara doa maupun tenaga dan ide dalam pembuatan tesis ini, yang mungkin tidak dapat disebutkan satu per satu

Penulis menyadari bahwa penulisan tesis ini masih banyak kekurangan, sehingga saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Januari 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

Abstrak .....	i
Abstract .....	iii
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel .....	xi
Daftar Gambar.....	xiii

### **BAB I      PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Batasan Penelitian .....	5

### **BAB II      TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Pengukuran Debit.....	7
2.2 Rembesan .....	11
2.3 Infiltrasi .....	14
2.3.1 Faktor Yang Mempengaruhi Infiltrasi .....	15
2.4 Kehilangan Air .....	16
2.5 Manfaat Lining.....	17
2.5.1 Jenis - Jenis <i>Lining</i> Saluran .....	18
2.5.2 Pengaruh Jenis <i>Lining</i> .....	20
2.6 Penampang Hidrolik Terbaik .....	21
2.7 Tinggi Jagaan .....	22
2.8 Analisis Hidrologi .....	22
2.8.1 Curah Hujan Efektif.....	23
2.8.1.1 Hujan Efektif untuk Padi .....	25
2.8.1.2 Hujan Efektif untuk Polowijo.....	26
2.8.2 Evaporasi .....	26
2.9 Analisis Klimatologi .....	26
2.9.1 Evapotranspirasi .....	26
2.9.2 Perkolasi .....	28
2.10 Neraca Air .....	29
2.11 Kebutuhan Air Untuk Irigasi.....	32
2.11.1 Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan .....	32
2.11.2 Kebutuhan Air untuk Pertumbuhan Tanaman Padi .....	34
2.11.3 Kebutuhan Air Di Pintu Pengambilan .....	35
2.11.4 Penggantian Lapisan Air .....	36
2.12 Koefisien Tanaman (Kc) .....	36
2.13 Efisiensi Irigasi.....	37
2.14 QM ( <i>quantitatif method</i> ) .....	37
2.14.1 Linear Programing (Program Linear) .....	38
2.15 Penelitian Terdahulu.....	41

<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b>	
	Metodologi Penelitian .....	43
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
	4.1 Pengukuran Kecepatan .....	49
	4.1.1 Lokasi Pengambilan Data.....	49
	4.1.2 Hasil Pengukuran.....	52
	4.2 Analisis Dan Pembahasan .....	54
	4.3 Perubahan <i>Lining</i> Saluran.....	59
	4.4 Perhitungan Evapotranspirasi Potensial .....	63
	4.5 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi.....	69
	4.5.1 Perhitungan Curah Hujan Efektif .....	69
	4.5.1.1 Perhitungan Curah Hujan Efektif Untuk Padi .....	72
	4.5.1.2 Perhitungan Curah Hujan Efektif Untuk Polowijo.....	73
	4.5.2 Perkolasi .....	76
	4.5.3 Pengolahan Tanah dan Penyiapan Lahan .....	76
	4.6 Efisiensi Irigasi .....	77
	4.7 Pola Tanam .....	78
	4.8 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi.....	78
	4.9 Permodelan Optimasi <i>Linear Programing</i> .....	85
	4.9.1 Analisa Hasil Usaha Tani .....	86
	4.9.2 Model Matematis.....	88
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
	5.1 Kesimpulan.....	109
	5.2 Saran .....	111
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	113
	<b>BIODATA PENULIS</b> .....	115

#### **LAMPIRAN**

Lampiran 1. Peta Stasiun Hujan Pada Lokasi Penelitian.....	116
Lampiran 2a. Tabel Besaran Nilai Angot (Ra) Dalam Hubungan Dengan Letak Lintang (mm/hari).....	117
Lampiran 2b. Tabel Pengaruh Suhu f (T) Pada Radiasi Gelombang Panjang (Rnl) .....	118
Lampiran 2c. Tabel Tekanan Uap Jenuh Terhadap Suhu Udara Rata-rata (mbar) .....	118
Lampiran 2d. Tabel Nilai Faktor Pemberat (W) Untuk Efek Radiasi Pada Eto Dalam Hubungan Suhu Dan Ketinggian.....	119
Lampiran 2e. Tabel Nilai Faktor Pemberat (1-W) Untuk Efek Kecepatan Angin Dan Kelembaban Udara Pada Eto Dalam Hubungan suhu dan ketinggian .....	119
Lampiran 2f. Tabel Harga angka koreksi penmann.....	119

Lampiran 3a. Input Program QM Untuk Scenario 2 (Kondisi Eksisting Dengan Luas Lahan 715Ha) Dengan Fungsi Tujuan Luas Lahan.....	120
Lampiran 3b. Hasil program QM untuk scenario 2 (kondisi eksisting dengan luas lahan 715Ha) dengan fungsi tujuan luas lahan.....	120
Lampiran 4a. Input program QM untuk scenario 2 (kondisi eksisting dengan luas lahan 715Ha) dengan fungsi tujuan keuntungan.....	121
Lampiran 4b. Hasil program QM untuk scenario 2 (kondisi eksisting dengan luas lahan 715Ha) dengan fungsi tujuan keuntungan.....	121
Lampiran 5a. Input program QM untuk scenario 3 (lining untuk luas lahan 715Ha) dengan fungsi tujuan luas lahan .....	122
Lampiran 5b. Hasil program QM untuk scenario 3 (lining untuk luas lahan 715Ha) dengan fungsi tujuan luas lahan .....	122
Lampiran 6a. Input program QM untuk scenario 3 (lining untuk luas lahan 715Ha) dengan fungsi tujuan keuntungan .....	123
Lampiran 6b. Hasil program QM untuk scenario 3 (lining untuk luas lahan 715Ha) dengan fungsi tujuan keuntungan .....	123
Lampiran 7. Peta Kontur Daerah Irigasi Kairatu I.....	124

*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Koefisien Tanah Rembesan (C) .....	17
Tabel 2.2 Koefisien manning (n) .....	21
Tabel 2.3 Tinggi jagaan minimum untuk saluran pasangan .....	22
Tabel 2.4 Nilai D setiap jenis tanaman .....	25
Tabel 2.5 Nilai Perkolasi/Persesapan .....	29
Tabel 2.6 Parameter Neraca Air .....	30
Tabel 2.7 Koefisien Kebutuhan Air Selama Penyiapan Lahan .....	34
Tabel 2.8 Koefisien Tanaman (Kc) Untuk Tanaman Padi dan Palawija .....	37
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Kecepatan Sesaat Pada Saluran Primer .....	53
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Kecepatan Sesaat Pada Saluran Sekunder .....	53
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Kecepatan Sesaat Pada Saluran Tersier .....	53
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Debit Pada Saluran Primer .....	54
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Debit Pada Saluran Sekunder .....	55
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Debit Pada Saluran Tersier .....	55
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Kehilangan air ( $\Delta Q$ ) pada saluran Primer .....	56
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Kehilangan air ( $\Delta Q$ ) pada saluran Sekunder .....	56
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Kehilangan air ( $\Delta Q$ ) pada saluran Tersier .....	56
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Efisiensi saluran Primer (Pengukuran I) .....	57
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Efisiensi saluran Sekunder (Pengukuran II) .....	57
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Efisiensi saluran Tersier (Pengukuran I) .....	57
Tabel 4.13 Efisiensi Saluran Kondisi Eksisting .....	58
Tabel 4.14 Perbandingan Efisiensi Saluran Kondisi Eksisting dan Setelah <i>Lining</i> .....	59
Tabel 4.15 Perhitungan Design Penampang Saluran Berbentuk Persegi .....	60
Tabel 4.16 Perhitungan Design Penampang Saluran Berbentuk Trapesium .....	60
Tabel 4.17 Data Temperatur Udara Satsiun BMKG Pattimura .....	63
Tabel 4.18 Data Kelembaban Relativ Satsiun BMKG Pattimura .....	64
Tabel 4.19 Data Lama Penyinaran Satsiun BMKG Pattimura .....	64
Tabel 4.20 Data Kecepatan Angin Satsiun BMKG Pattimura .....	65
Tabel 4.21 Hasil Perhitungan Evapotranspirasi .....	68
Tabel 4.22 Data curah hujan stasiun Pattimura (Tahun 2004-2015) .....	70
Tabel 4.23 Curah hujan efektif dengan andalan 80% dan 50% .....	71
Tabel 4.24 Curah Hujan Efektif Padi .....	72
Tabel 4.25 Curah Hujan Efektif Polowijo .....	74
Tabel 4.26 Perhitungan Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan .....	77
Tabel 4.27 Pola Tanam Daerah Irigasi Kairatu I .....	78
Tabel 4.28 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Untuk Tanaman Padi (Kondisi Eksisting) .....	80
Tabel 4.29 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Untuk Tanaman Polowijo (Kondisi Eksisting) .....	81
Tabel 4.30 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Pada Pengambilan Intake Untuk Tanaman Padi (Setelah <i>Lining</i> ) .....	83

Tabel 4.31 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Pada Pengambilan Intake Untuk Tanaman Polowijo (setelah <i>lining</i> ) .....	84
Tabel 4.32 Harga Jual Komoditas .....	87
Tabel 4.33 Nilai Hasil Produksi .....	88
Tabel 4.34 Perbandingan Luasan Eksisting Dan Model.....	93
Tabel 4.35 Hasil Permodelan Kondisi Eksisting 660 Ha (Skenario 1) .....	94
Tabel 4.36 Hasil Permodelan Kondisi Eksisting 715 Ha (Skenario 2) .....	94
Tabel 4.37 Hasil Permodelan Kondisi Lining 660 Ha (Skenario 3).....	95
Tabel 4.38 Keuntungan Hasil Panen Kondisi Eksisting 660 Ha (Skenario 1) .....	97
Tabel 4.39 Keuntungan hasil panen kondisi eksisting 715 Ha (Skenario 2)..	97
Tabel 4.40 Keuntungan hasil panen kondisi lining 715 Ha (Skenario 3).....	98
Tabel 4.41 Hasil Permodelan QM Dengan Fungsi Tujuan 2 Untuk Scenario 1 .....	100
Tabel 4.42 Hasil Permodelan QM Dengan Fungsi Tujuan 2 Untuk Scenario 2.....	101
Tabel 4.43 Hasil Permodelan QM Dengan Fungsi Tujuan 2 Untuk Scenario 3 .....	101
Tabel 4.44 Keuntungan hasil panen kondisi eksisting 660 Ha untuk fungsi tujuan 2 (Skenario 1) .....	103
Tabel 4.45 Keuntungan hasil panen kondisi eksisting 715 Ha untuk fungsi tujuan 2 (Skenario 2).....	103
Tabel 4.46 Keuntungan hasil panen kondisi lining 715 Ha untuk fungsi tujuan 2 (Skenario 3) .....	104
Tabel 4.47 Perbandingan Luas Lahan Antara Dua Fungsi Tujuan.....	105
Tabel 4.48 Perbandingan Presentase Luas Lahan Antara Dua Fungsi Tujuan .....	105
Tabel 4.49 Perbandingan Total presentase selama satu tahun Antara Dua Fungsi Tujuan .....	106
Tabel 4.50 Perbandingan keuntungan komoditas Antara Dua Fungsi Tujuan.....	106
Tabel 4.51 Perbandingan Total Keuntungan Komoditas Antara Dua Fungsi Tujuan .....	106

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Wilayah Penelitian .....	3
Gambar 2.1 Pembagian Penampang Melintang Saluran Dalam Pengukuran .....	8
Gambar 2.2 Untuk kedalaman air $\geq 0,50$ m .....	9
Gambar 2.3 Distribusi Kecepatan Aliran .....	10
Gambar 2.4 Pengukuran untuk kedalaman air $> 1$ m .....	10
Gambar 2.5 Posisi Propeller untuk kedalaman air $< 1$ m .....	10
Gambar 2.6 Kurva Kapasitas Infiltrasi .....	15
Gambar 2.6 Genangan pada permukaan tanah .....	15
Gambar 3.1 Bagan Alir Proses Penelitian .....	47
Gambar 4.1 Lokasi Pengukuran .....	50
Gambar 4.2 Dokumentasi Pengukuran Kecepatan .....	51
Gambar 4.3 Detail Penampang Saluran Primer ( <i>Intake</i> ) .....	52
Gambar 4.4 Detail Penampang Saluran Sekunder Br <sub>2</sub> .....	52
Gambar 4.5 Bentuk Perencanaan Perubahan Saluran Tersier .....	63
Gambar 4.6 Input model optimasi kondisi eksisting 660Ha (Skenario 1) dengan Software Quantity Methods for Windows 2 .....	91
Gambar 4.7 Hasil model optimasi kondisi eksisting 660 Ha (Skenario 1) dengan Software Quantity Methods for Windows .....	92
Gambar 4.8 Garfik Hubungan Presentase Luas Lahan Padi Dan Polowijo .....	95
Gambar 4.9 Garfik Hubungan Luas Lahan Padi Dan Polowijo .....	96
Gambar 4.10 Perbandingan Keuntungan Hasil Panen .....	98
Gambar 4.11 Input Model Untuk Fungsi Tujuan 2 Dengan Optimasi Kondisi Eksisting 660Ha (Skenario 1) Dengan Software Quantity Methods For Windows 2 .....	99
Gambar 4.12 Hasil Model Untuk Fungsi Tujuan 2 Dengan Optimasi Kondisi Eksisting 660Ha (Skenario 1) Dengan Software Quantity Methods For Windows 2 .....	100
Gambar 4.13 Garfik Hubungan Presentase Luas Lahan Padi Dan Polowijo Untuk Fungsi Tujuan 2 .....	102
Gambar 4.14 Garfik Hubungan Presentase Total Luas Lahan Padi Dan Polowijo Untuk Fungsi Tujuan 2 .....	102
Gambar 4.15 Perbandingan Keuntungan Hasil Panen .....	104
Gambar 4.16 Perbandingan Hasil Optimasi Terhadap Luas Tanam .....	107
Gambar 4.17 Perbandingan Hasil Optimasi Terhadap Keuntungan Hasil Panen ....	107



*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Permasalahan air kian hari menjadi permasalahan yang semakin serius, dimana air semakin langka dan dibutuhkan untuk berbagai kegiatan, salah satunya adalah kegiatan pertanian atau irigasi. Pemberian air menjadi sangat penting untuk menunjang hasil panen yang optimal. Tetapi pada beberapa daerah menjadi masalah dengan tidak terpenuhi kebutuhan pada petak sawah dengan debit yang tersedia, hal ini dikarenakan beberapa penyebab salah satunya karena kehilangan air disepanjang saluran selama perjalanan menuju ke petak sawah.

Salah satu daerah yang memiliki permasalahan yang serupa adalah Kabupaten Seram Bagian Barat (SBB) terletak di wilayah Pulau Seram. Kabupaten ini berdiri sejak tahun 2003 dan merupakan pemekaran dari Kabupaten Maluku Tengah yang secara geografis terletak antara : 1° 19' – 7° 16' Lintang Selatan dan 127° 20' – 129° 1' Bujur Timur. Kabupaten Seram Bagian Barat berbatasan dengan :

- Laut Seram di sebelah utara,
- Laut Banda di sebelah selatan,
- Laut Buru di sebelah barat, dan
- Kabupaten Maluku Tengah di sebelah timur.

(Sumber : Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten SBB).

Pada Kabupaten Seram Bagian Barat terdapat dua daerah irigasi yang merupakan salah satu sumber pendapatan bagi daerah tersebut. Daerah irigasi Kairatu I merupakan salah satu dari dua daerah irigasi pada Kabupaten Seram Bagian Barat, yang terletak pada Kecamatan Gempa dengan mayoritas penduduknya merupakan imigran, yang bermata pencaharian sebagai petani dengan memanfaatkan daerah irigasi yang ada.

Daerah irigasi kairatu I sudah dibangun dan dimanfaatkan sejak tahun 1996/1997 dengan total luas daerah irigasi sebesar 715Ha, namun hingga saat ini belum semua dioperasikan karena terdapat beberapa daerah yang tidak mendapatkan air sehingga lahan irigasi yang ada tidak maksimal. Lahan irigasi yang sudah digunakan kemudian dimanfaatkan menjadi 18 petak sawah. Masing-masing petak dikelola oleh satu kelompok tani yang terdiri dari 10-30 anggota. Petak-petak sawah tersebut menanam berbagai macam jenis tanaman seperti padi dan palawija. Ada tiga musim tanam pada daerah irigasi kairatu yaitu MT 1 (Musim Tanam 1) yang terletak pada bulan Januari-April, MT 2 (Musim Tanam 2) yang terletak pada bulan Mei-Agustus, dan MT3 (Musim Tanam 3) yang terletak pada bulan September-Desember jenis tanaman yang ditanam tergantung dari musim tanam dan ketersediaan air yang ada.

Sub Sektor perkebunan memiliki kontribusi yang cukup besar dalam pengembangan pertanian di kabupaten seram bagian barat khususnya pada daerah irigasi Kairatu I. Berdasarkan data dari Dinas Kehutanan dan perkebunan, pada tahun 2013 sebagian besar produksi hasil perkebunan mengalami penurunan, kecuali tanaman kelapa dan cengkeh (Seram Bagian Barat Dalam Angka, 2015). Untuk itu perlu adanya evaluasi terhadap irigasi yang ada khususnya pada daerah Irigasi Kairatu I agar diharapkan dapat meningkatnya perkembangan pertanian dengan hasil produksi yang maksimal. Berikut ini merupakan peta lokasi studi yang dapat dilihat pada gambar 1.1



Ada beberapa permasalahan yang juga terjadi pada daerah irigasi Kairatu I dimana debit air yang ada pada sumber tidak mencukupi pada beberapa petak sawah, teristimewa pada musim kemarau, hal ini disebabkan karena kemampuan saluran yang menurun seiring dengan berjalannya waktu, dimana kondisi hulu pada *intake* (bendungan) yang sudah kurang terawat menyebabkan penumpukan sedimentasi dan sampah sehingga menyebabkan terhalangnya debit yang mengalir petak sawah, dan juga karena kehilangan air di sepanjang saluran irigasi mengakibatkan efisiensi saluran menurun dan mengakibatkan debit yang sampai ke petak tersier sudah tidak mencukupi untuk mengairi petak sawah.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka diupayakan dengan dilakukan perubahan *lining* saluran. Saat ini sudah terbangun saluran dari beton untuk saluran primer dan sekunder, namun untuk saluran tersier masih menggunakan saluran alami yang terbuat dari tanah, sehingga menyebabkan kecepatan dan debit air yang mengalir juga bervariasi sesuai dengan jenis *lining* yang ada. Salah satu upaya untuk mengurangi kehilangan air yang mengairi daerah irigasi Kairatu I yaitu dengan cara mengevaluasi *lining* saluran yang ada khususnya pada daerah saluran yang masih merupakan saluran alami yaitu saluran tersier.

Penelitian akan dilakukan dengan membandingkan efisiensi antara saluran yang telah di *lining* dengan saluran yang belum di *lining*. Diharapkan dengan adanya perubahan *lining* saluran ini dapat memberikan hasil yang optimal untuk mengurangi kehilangan air akibat kebocoran, sehingga daerah yang kekurangan air dapat dipenuhi dan dapat meningkatkan hasil produksi pertanian pada daerah irigasi Kairatu I. Untuk itulah perlu dilakukan penelitian dengan judul **“STUDI PENGARUH LINING SALURAN IRIGASI TERHADAP KEHILANGAN AIR UNTUK PENINGKATAN HASIL PRODUKSI (STUDI KASUS : DI KAIRATU I)”**

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan tersebut maka perlu dilakukan penelitian pada daerah irigasi Kairatu I dengan beberapa rumusan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi eksisting daerah irigasi Kairatu I dan apa saja permasalahan yang terjadi pada daerah irigasi Kairatu I?
2. Bagaimana cara mengatasi permasalahan tersebut?
3. Berapa besar pengaruh perubahan *lining* saluran terhadap peningkatan debit?
4. Bagaimana pola tanam yang dapat memberikan hasil yang paling optimum?

## **I.3 Tujuan penelitian**

Diharapkan akhir penelitian ini dapat menjawab permasalahan yang terjadi di lapangan, yaitu:

1. Dapat mengetahui bagaimana kondisi eksisting dan permasalahan apa saja yang terjadi pada daerah irigasi Kairatu I.
2. Dapat mengetahui bagaimana penyelesaian permasalahan tersebut.
3. Dapat mengetahui berapa besar pengaruh perubahan *lining* saluran terhadap peningkatan debit.
4. Dapat mengetahui pola tanam manakah yang dapat memberikan hasil yang paling optimum.

## **I.4 Batasan penelitian**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Tidak meninjau dan menganalisis sedimentasi
2. Penelitian ini hanya melingkupi daerah irigasi Kairatu I
3. Jenis *lining* hanya terbatas pada tanah dan beton

4. Keuntungan hasil panen terbatas pada keuntungan kotor, tanpa memperhitungkan biaya produksi.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengukuran Debit

Data debit merupakan salah satu data yang paling berpengaruh untuk menganalisis suatu daerah Irigasi. Dimana dari data debit yang ada, dapat dianalisis kemampuan saluran dari *intake* untuk mengalirkan air kepada jaringan irigasi. Pada daerah irigasi Kairatu I tidak tersedia data debit, untuk itu perlu dilakukan pengukuran sesaat dengan menggunakan alat ukur *current meter* untuk mengetahui debit existing pada daerah irigasi Kairatu I. Selain itu juga untuk mengetahui keseimbangan air yang masuk dan keluar dari setiap bangunan-bangunan irigasi dengan tujuan untuk mengetahui berapa kehilangan air pada setiap bangunan tersebut.

*Current Meter* adalah alat ukur debit yang digunakan untuk pengukuran debit air di sungai atau di saluran. Alat ini terdiri dari sensor kecepatan yang berupa baling-baling *propeler*, sensor optik, pengolah data. Unsur yang diambil yaitu luas penampang sungai atau saluran dan data kecepatan air. Dengan adanya data kecepatan air dan luas penampang sungai maka akan dapat menentukan debit air dengan menggunakan rumus yaitu kecepatan air dikali luas penampang sungai atau saluran. Metode ini cocok digunakan untuk mengukur kecepatan air antara 0,2 – 5 m/detik. (Soewarno,1995).

Berikut ini merupakan rumus untuk menghitung debit aliran yang dijelaskan oleh Mechan, 2011:

$$Q = V \times A \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

V = Kecepatang aliran

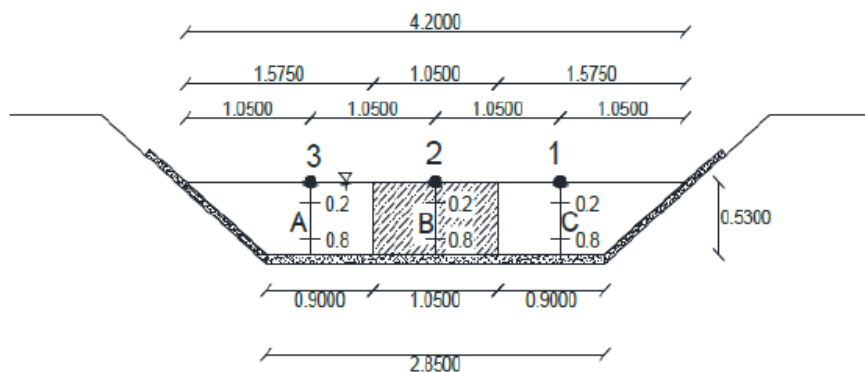
A = Luas penampang



Dengan demikian dalam pengukuran tersebut disamping harus mengukur kecepatan aliran, diukur pula luas penampangnya. Distribusi kecepatan untuk tiap bagian pada saluran tidak sama, distribusi kecepatan tergantung pada :

- Bentuk saluran
- Kekasaran saluran dan
- Kondisi kelurusan saluran

Pada pengukuran kecepatan aliran di saluran ditentukan dengan membagi penampang melintang saluran dalam Raai-raai pengukuran seperti contoh dalam Gambar 2.1. Posisi penempatan *Current Meter* berbeda-beda tergantung dari kedalaman saluran tersebut. Untuk saluran yang dalamnya kurang dari 0,5 Meter diambil pengukuran pada 0,6 H. Sedangkan untuk saluran dengan kedalaman lebih dari 0,5 Meter diambil pengukuran pada 0,2 H dan 0,8 H.



Gambar 2.1. Pembagian Penampang Melintang Saluran Dalam Pengukuran

Berdasarkan *Modul Pelatihan OJT di Balai PSDA, Pelatihan Hidrologi Dan OJT BWRM\_WISMP 1* ada beberapa cara pengukuran kecepatan aliran dapat dilakukan pada beberapa kedalaman yaitu sebagai berikut :

- Untuk kedalaman sungai  $< 1$  m atau  $H_{air} < 6 \times \phi$  propeller Pengukuran kecepatan aliran cukup pada satu titik saja yaitu pada kedalaman 0,6 h (dimana h adalah kedalaman air, dan 0,6 h diukur dari permukaan air).

$$V_{0.6} \text{ m/dt} \dots \dots \dots (2)$$

dengan:

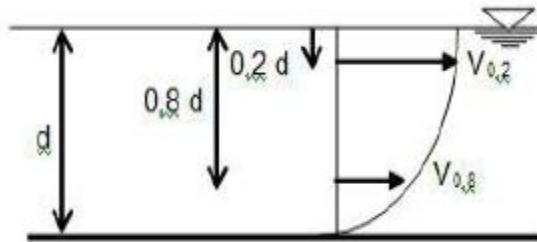
$V_{0.6}$  = Kecepatan aliran pada titik dengan kedalaman 0.6 h

Sumber : Modul Pelatihan OJT di Balai PSDA, Pelatihan Hidrologi Dan OJT BWRM\_WISMP  
1 - Panduan Pengukuran debit/aliran

- Untuk kedalaman air  $\geq 1$  m

Pengukuran kecepatan aliran metode dua titik dilakukan pada dua titik kedalaman: 0,2 h dan 0,8 h yang dapat dilihat pada Gambar 2.2.

$$V = (V_{0.2} + V_{0.8})/2 \text{ m/dt} \dots \dots \dots (3)$$



Gambar 2.2. Untuk kedalaman air  $\geq 0,50$  m

- Apabila distribusi kecepatan vertikal tidak normal, maka pengukuran kecepatan aliran dilakukan dengan metode tiga titik sebagai berikut :

$$V = \frac{V_{0.6} + \frac{V_{0.2} + V_{0.8}}{2}}{2} \text{ m/dt} \dots \dots \dots (4)$$

dengan :

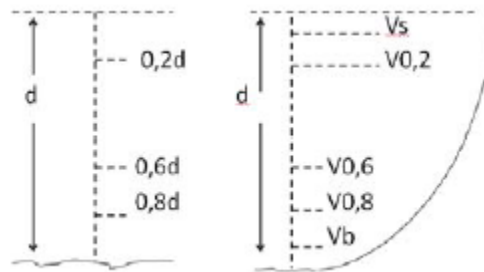
$V_{rata-rata}$  = kecepatan aliran rata-rata pada suatu vertikal, m/dt.

$V_{0.2}$  = kecepatan aliran pada titik 0,2 d, m/dt.

$V_{0.6}$  = kecepatan aliran pada titik 0,6 d, m/dt.

$V_{0.8}$ =kecepatan aliran pada titik 0,8 d, m/dt.

Berikut merupakan gambar distribusi kecepatan aliran vertical pada titik-titik sesuai dengan ketinggian yang dapat dilihat pada Gambar 2.3



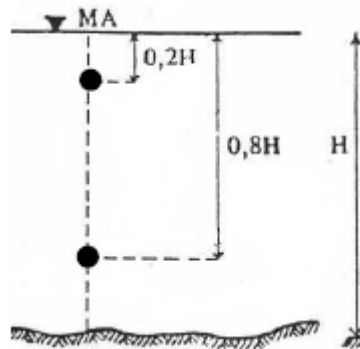
Gambar 2.3. Distribusi Kecepatan Aliran

Sumber : Modul Pelatihan OJT di Balai PSDA, Pelatihan Hidrologi Dan OJT BWRM\_WISMP

1 - Panduan Pengukuran debit/aliran

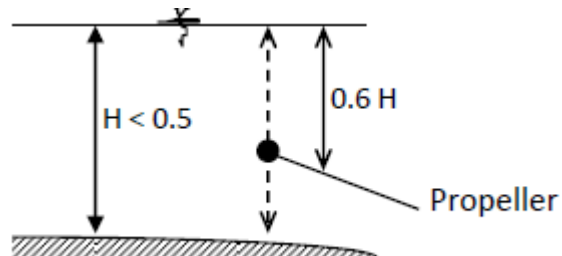
Tata cara peletakan propeler sesuai dengan kedalaman air

- Kedalaman air  $> 1$  m dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4. Pengukuran untuk kedalaman air  $> 1$  m

- Kedalaman air  $< 1$  m dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2.5. Posisi Propeller untuk kedalaman air  $< 1$  m

Sumber : Modul Pelatihan OJT di Balai PSDA, Pelatihan Hidrologi Dan OJT BWRM\_WISMP

1 - Panduan Pengukuran debit/aliran

## 2.2. Rembesan

Menurut Kiyatsujono. P, (1987) dalam penelitiannya yang berjudul ‘Analisa Pengaruh Pembuatan *Lining* Pada Saluran Terhadap Rembesan Air’ Rembesan merupakan salah satu faktor yang banyak berpengaruh terhadap efisiensi air di saluran. Hal ini disebabkan karena pada umumnya saluran irigasi terbuat dari galian / urugan tanah. Besarnya rembesan pada saluran sangat bervariasi dan tergantung dari beberapa faktor yang sangat berkaitan satu dengan yang lain. Hal ini mengakibatkan sulitnya pembahasan pengaruh pengaruh tersebut secara satu persatu.

Faktor faktor tersebut ialah :

### 1. Karakteristik tanah

Karakteristik tanah di sepanjang saluran pada umumnya bervariasi dan tidak seragam. Hal ini mengakibatkan besarnya rembesan sepanjang saluran juga bervariasi.

Karakteristik tanah meliputi :

- Bentuk Butiran Tanah
- Diameter Butir
- Kepadatan
- Sifat Kimia
- Dll.

### 2. Kedalaman muka air tanah

Tinggi rendahnya muka air tanah (m.a.t.) dapat mempengaruhi besarnya rembesan. Apabila muka air tanah tinggi atau dekat dengan dasar saluran maka rembesan relatif lebih kecil dan apabila muka air tanah rendah atau jauh dari dasar saluran rembesan relatif lebih besar.

### 3. Profil saluran

Profil saluran juga dapat mempengaruhi besarnya rembesan. Pada umumnya profil dengan keliling basah yang besar akan mengakibatkan rembesan yang lebih besar. Namun hal ini tidaklah selalu demikian karena faktor ini dipengaruhi oleh kedalaman muka air tanah.

4. Kedalaman air di saluran

Kedalaman air di saluran jelas berkaitan dengan besarnya keliling basah. Umumnya bila kedalaman air di saluran bertambah, maka besarnya rembesan juga bertambah dan demikian sebaliknya.

5. Kecepatan air

Kecepatan air di saluran secara langsung akan mempengaruhi besarnya rembesan apabila dipergunakan prosentase debit sebagai satuan. Kecepatan air di saluran secara tak langsung

dapat pula mempengaruhi besarnya rembesan, hal ini berkaitan dengan pengangkutan sediment. Bila kecepatan air lebih besar jumlah sedimen yang mengendap akan kecil dan bila kecepatan air lebih kecil jumlah sedimen yang mengendap akan lebih besar.

6. Sedimen

Besarnya sedimen yang mengendap pada dasar saluran tergantung dari viskositas air. Besarnya sedimen yang mengendap pada dasar saluran dapat mempengaruhi besarnya rembesan, Semakin banyak sedimen berarti akan semakin tertutup pori pori tanah di dasar saluran sehingga mengakibatkan mengecilnya rembesan. Sebagaimana disebut diatas hal ini berkaitan dengan kecepatan air.

7. Lamanya saluran dipergunakan

Semakin lama suatu saluran dipergunakan berarti akan semakin banyak jumlah sedimen yang mengendap. Dan akan semakin banyak pula sedimen berbutir halus yang menyusup kedalam pori pori tanah dasar saluran. Hal ini akan mengakibatkan semakin mengecilnya rembesan air .

#### 8. Kontinuitas saluran

Apabila suatu saluran dipergunakan secara kontunyu atau terus menerus besarnya rembesan dapat dikatakan merata besarnya. Namun apabila suatu saluran dioperasikan secara terputus putus atau musiman maka besarnya rembesan juga akan bervariasi.

Pada awal suatu pengoperasian besarnya rembesan akan besar sekali, hal ini disebabkan banyaknya air yang terserap untuk membasahi saluran dan akan menurun terus menerus dan mencapai batas minimumnya pada saat keadaan tanah telah jenuh. Biasanya hal ini terjadi pada akhir pengoperasian saluran.

#### 9. Lining

Adanya *lining* pada saluran akan mempengaruhi besarnya rembesan. Besarnya pengaruh *lining* ini tergantung dari beberapa hal, yaitu:

- bahan *lining*
- tebal *lining*
- cara pemasangannya

Kebocoran yang terjadi pada saluran akan mengurangi besarnya efisiensi air di saluran. Kebocoran saluran dapat disebabkan oleh beberapa sebab ialah :

##### 1. Retakan retakan pada tanah di dasar dan tebing saluran.

Saluran yang telah lama tidak dioperasikan akan kering dan mengalami retak retak, apabila saluran ini diairi, maka air akan bocor melalui retakan retakan tersebut.

##### 2. Piping

Pada saluran yang terbuat dari timbunan tanah, maka bila rembesan terjadi terus menerus dan semakin besar akan dapat mengakibatkan tergerusnya butir butir tanah yang akan menimbulkan pipa pipa air dalam tanah dan pada akhirnya mengakibatkan kebocoran yang besar dan longsornya tebing / timbunan tersebut.

##### 3. Pengambilan liar

Pengambilan air di saluran secara liar akan mengurangi besarnya perhitungan efisiensi air di saluran. Pengambilan air secara liar ini dapat

berupa pengambilan dengan menggunakan ember atau selang untuk keperluan masyarakat sekitar saluran, maupun dengan pembuatan intake dan saluran terbuka / tertutup untuk keperluan irigasi tanpa melalui prosedur yang berlaku.

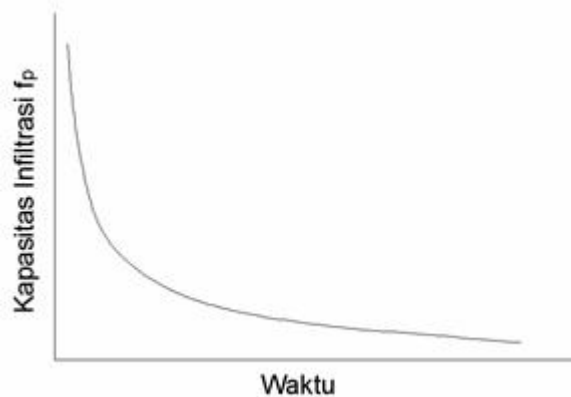
### 2.3 Infiltrasi

Menurut Triatmodjo, (2008) *Infiltrasi* adalah aliran air ke dalam tanah melalui permukaan tanah. Di dalam tanah air mengalir dalam arah lateral, sebagai aliran antara (*interflow*) menuju mata air, danau, dan sungai; atau secara vertikal, yang dikenal dengan perkolasi (*percolation*) menuju air tanah.

Gerak air di dalam tanah melalui pori-pori tanah dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan gaya kapiler. Gaya gravitasi menyebabkan aliran selalu menuju ke tempat yang lebih rendah, sementara gaya kapiler menyebabkan air bergerak ke segala arah. Air kapiler selalu bergerak dari daerah basah menuju ke daerah yang lebih kering.

Dalam infiltrasi dikenal dua istilah yaitu kapasitas infiltrasi dan laju infiltrasi, yang dinyatakan dalam mm/jam. Kapasitas infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum untuk suatu jenis tanah tertentu; sedang laju infiltrasi adalah kecepatan infiltrasi yang nilainya tergantung pada kondisi tanah dan intensitas hujan. Pada grafik dibawah ini menunjukkan kurva kapasitas infiltrasi ( $f_p$ ), yang merupakan fungsi waktu yang dapat dilihat pada gambar 2.6.

Apabila tanah dalam kondisi kering ketika infiltrasi terjadi, kapasitas infiltrasi tinggi karena kedua gaya kapiler dan gravitasi bekerja bersama-sama menarik air ke dalam tanah. Ketika tanah menjadi basah, gaya kapiler berkurang yang menyebabkan laju infiltrasi menurun. Akhirnya kapasitas infiltrasi mencapai suatu nilai konstan, yang dipengaruhi terutama oleh gravitasi dan laju perkolasi.

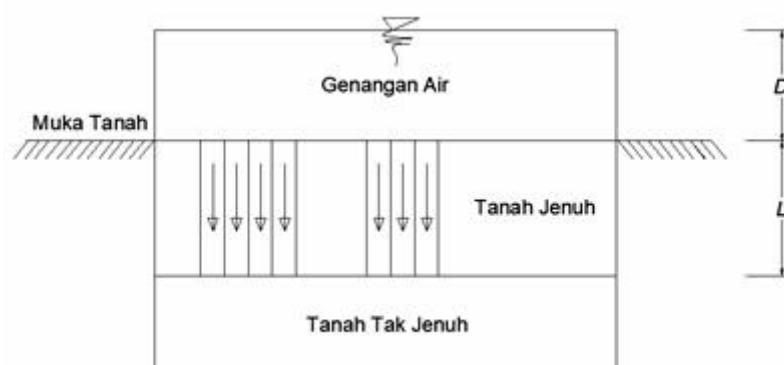


Gambar 2.6 Kurva Kapasitas Infiltrasi

### 2.3.1 Faktor Yang Mempengaruhi Infiltrasi

Laju infiltrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kedalaman genangan dan tebal lapis jenuh, kelembaban tanah, pemadatan oleh hujan, tanaman penutup, intensitas hujan, dan sifat-sifat fisik tanah.

Dalam gambar 2.7 dapat dilihat, air yang tergenang di atas permukaan tanah terinfiltrasi ke dalam tanah, yang menyebabkan suatu lapisan di bawah permukaan tanah menjadi jenuh air. Apabila tebal dari lapisan jenuh air adalah  $L$ , dapat dianggap bahwa air mengalir ke bawah melalui sejumlah tabung kecil. Aliran melalui lapisan tersebut serupa dengan aliran melalui pipa. Kedalaman genangan di atas permukaan tanah ( $D$ ) memberikan tinggi tekanan pada ujung atas tabung, sehingga tinggi tekanan total yang menyebabkan aliran adalah  $D+L$ .



Gambar 2.7 Genangan Pada Permukaan Tanah

Tahanan terhadap aliran yang diberikan oleh tanah adalah sebanding dengan tebal lapis jenuh air  $L$ . Pada awal hujan, dimana  $L$  adalah kecil dibanding



$D$ , tinggi tekanan adalah besar dibanding tahanan terhadap aliran, sehingga air masuk ke dalam tanah dengan cepat. Sejalan dengan waktu,  $L$  bertambah panjang sampai melebihi  $D$ , sehingga tahanan terhadap aliran semakin besar. Pada kondisi tersebut kecepatan infiltrasi berkurang. Apabila  $L$  sangat lebih besar daripada  $D$ , perubahan  $L$  mempunyai pengaruh yang hampir sama dengan gaya tekanan dan hambatan, sehingga laju infiltrasi hampir konstan.

## 2.4. Kehilangan Air

Menurut Kiyatsujono.P, (1987) Kehilangan air pada saluran irigasi adalah berkurangnya volume air pada saluran irigasi yang ditandai dengan adanya perbedaan antara debit aliran “*inflow*” dan “*outflow*.” Faktor-faktor penyebab kehilangan air pada saluran irigasi, antara lain penguapan dan rembesan pada struktur saluran irigasi

Formula Perhitungan Rembesan Air Irigasi

Besarnya kehilangan air pada saluran irigasi akibat rembesan dapat dihitung dengan menggunakan rumus Moritz (USBR), sebagai berikut:

$$S = 0,035 C \sqrt{Q/V} \dots\dots\dots ( 5 )$$

dengan :

$S$  = kehilangan akibat rembesan, m<sup>3</sup> /dt per km panjang saluran

$Q$  = debit, m<sup>3</sup> / dt

$v$  = kecepatan, m/dt

$C$  = koefisien tanah rembesan, m/hari (Tabel 2.1)

0,035 = konstanta, m/km

Tabel 2.1. Nilai Koefisien Tanah Rembesan (C)

Jenis Tanah	Harga C m/hari
- Kerikil sementasi dan lapisan penahan (hardpan) dengan penuh pasir	0,10
- Lempung dan geluh lempungan	0,12
- Geluh pasir	0,20
- Abu vulkanik	0,21
- Pasir dan abu vulkanik atau lempung	0,37
- Lempung pasir dengan batu	0,51
- Batu pasir dan kerikil	0,67

Sumber : Standart Perencanaan Irigasi KP-01

Menurut beberapa pengalaman Bank Dunia dalam peliningan saluran irigasi yang kokoh (*rigid*) dan *fleksible*, besarnya kehilangan air biasanya mencapai 10 s/d 40 persen dari volume air yang disalurkan. Pengurangan kehilangan air seringkali diasumsikan sama dengan umur yang diharapkan dari peliningan untuk mendapatkan keuntungan ekonomisnya. Keuntungan lining saluran dapat mengurangi pertumbuhan rumput, namun pada kenyataannya keuntungan ini diragukan terutama dalam berbagai proyek dengan saluran *lining* lama dan dengan adanya konstruksi yang salah.

Kehilangan air melalui dasar saluran ditentukan oleh faktor-faktor :

- Jenis Tanah
- Macam-macam saluran (galian – timbunan)
- Laju Sedimentasi, dan
- Kecepatan aliran air.

## 2.5 Manfaat *Lining*

Pembuatan *lining* pada saluran irigasi dapat memberikan beberapa manfaat antara lain ialah : Dari sudut pandangan operasional dan pemeliharaan pembuatan *lining* akan dapat meningkatkan daya tahan saluran terhadap erosi, baik karena aliran air di saluran maupun akibat turunnya hujan lebat dan gangguan ternak serta binatang lain.

Dengan demikian akan dapat mengurangi besarnya biaya pemeliharaan. - Dari sudut pandangan teknis pembuatan *lining* akan dapat meningkatkan kecepatan air yang diijinkan dan dapat mengurangi besarnya rembesan dan kebocoran air.

### 2.5.1 Jenis - Jenis *Lining* Saluran

#### a. *Lining* tumbuh-tumbuhan

Beberapa jenis rumput-rumputan dapat dipergunakan sebagai bahan lining saluran dengan menanamnya pada dasar dan pinggir saluran.

Penggunaan *lining* dengan tumbuh-tumbuhan dapat memberikan pengaruh yang menguntungkan maupun merugikan.

Pengaruh pengaruh yang menguntungkan ialah :

- 1) Tanaman dapat memperkuat tanah sehingga tidak mudah mengalami erosi baik karena turunnya hujan maupun akibat kecepatan aliran air.
- 2) Tanaman dapat mengurangi turbulensi air dekat permukaan tanah sehingga mengurangi bahaya pengerusan .
- 3) Tanaman merubah angka kekasaran saluran, dapat bertambah besar atau kecil tergantung dari jenis tanaman dan tingginya.

Pengaruh pengaruh yang merugikan ialah :

- 1) Tanaman mengurangi luas efektif tampang saluran.
- 2) Tanaman meningkatkan terjadinya endapan pada dasar saluran sehingga luas tampang saluran berkurang.

#### b. *Lining* tanah kedap air

*Lining* dengan tanah kedap air dapat dilakukan dengan menggunakan tanah asli maupun dengan jenis tanah yang lain. Tebal *linning* yang diperlukan tergantung dari keadaan tanah setempat maupun keadaan tanah yang akan dipergunakan sebagai bahan *lining*.

Pemilihan jenis tanah sebagai bahan lining tidak hanya bergantung dari permeabilitas tetapi juga bergantung dari daya tahannya terhadap erosi dan sifat sifat lain.

#### c. *Lining* batu kali

Pemasangan *lining* dengan batu kali merupakan metoda *linning* saluran yang paling tua. Metoda ini telah dipergunakan di beberapa bagian dunia ratusan tahun yang lalu, namun hingga kini masih sangat sedikit penelitian yang dilakukan tentang metoda ini.

Manfaat utama pembuatan lining dengan batu kali ialah untuk menghindari erosi karena gerusan air pada kecepatan tinggi pada saluran saluran yang curam.

Ada tiga cara yang umum dipergunakan ialah :

1) *Lining* batu kali tanpa spesi

*Lining* dengan cara ini tidak mencegah mengurangi rembesan air tetapi hanya meningkatkan daya tahan terhadap erosi.

Cara penyusunan batuan sama dengan cara penyusunan pada pelaksanaan bangunan biasa akan tetapi harus dihindari permukaan yang kasar.

Permukaan harus rata dan susunan saling mengikat tanpa bantuan batuan yang lebih kecil dan tersusun dari satu lapis saja. Bila terdapat kemungkinan terjadinya rembesan dalam arah terbalik ( masuk ke saluran ) akan dapat menimbulkan kerusakan pada susunan batuan sebagai akibat tergerusnya tanah dasar. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan dengan pemasangan filter berupa lapisan pasir dan lapisan kerikil dibawah batuan.

2) *Lining* batu kali dengan spesi

Walaupun dalam metoda ini dipergunakan spesi namun manfaatnya bukan untuk mencegah / mengurangi rembesan air. Spesi disini dipergunakan untuk mengikat batuan saja sehingga lebih stabil dan memperhalus permukaan saluran. Bila pelaksanaannya bagus dan tidak terjadi retakan retakan / celah celah maka tidak akan terjadi gerusan gerusan tanah. Namun suatu hal yang perlu diperhatikan ialah adanya tekanan air keatas. Untuk itu perlu dibuat lubang lubang air dengan filter kerikil dibawahnya agar air dapat mengalir keluar dan memperkecil tekanan keatas.

3) *Lining* batu kali dengan kawat anyam

Metode ini dibuat dengan konstruksi berupa susunan batukali dalam anyaman kawat sehingga membentuk lempengan batu kali. Cara ini dapat dilakukan terhadap segala macam jenis tanah asal dan kawat anyam berfungsi sebagai pengikat awal setelah kawat

tersebut rusak diharapkan telah terjadi ikatan secara alamiah dalam bentuk stabilitas batuan dan tanah sekitarnya.

d. *Lining* beton

*Lining* beton merupakan lining paling kuat dari segala macam lining.

*Lining* beton memiliki sifat sifat sbb :

- 1) kedap air, sehingga tidak terjadi rembesan
- 2) tahan terhadap erosi / gerusan
- 3) tahan terhadap kerusakan oleh akar akar tanaman dan gangguan binatang
- 4) cukup halus
- 5) tidak retak / pecah akibat penurunan
- 6) ekonomis karena biaya perawatan yang murah

Ada tiga metoda konstruksinya ialah :

- 1) dicetak ditempat
- 2) disemprotkan pada permukaan saluran dengan tekanan
- 3) dicetak ditempat lain / pracetak

## 2.5.2 Pengaruh Jenis *Lining*

Jenis-jenis *lining* yang berbeda dapat berpengaruh terhadap besarnya debit dan kecepatan yang mengalir pada suatu penampang. Menurut Ven Te chow (1959), dalam Suyatman dkk (1985), dalam hitungan hidraulika, koefisien kekasaran Manning dianggap tetap untuk sepanjang sungai dan untuk elevasi muka air yang berbeda. Berdasarkan kondisi ini, maka nilai koefisien kekasaran *Manning* (*n*) diperkirakan atau ditentukan berdasarkan kondisi dan kenampakan material alur sungai, yang dapat dihitung dengan rumusan Manning sebagai berikut :

$$Q = A \times V = A \times (1/n R^{2/3} S^{1/2}) \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

*n* : koefisien kekasaran (Tabel 2.2)

*s* : gradien permukaan air

*V* : kecepatan rata – rata (m/dt)

*A* : luas penampang melintang air (*m*<sup>2</sup>)

P : keliling basah (m)

R : A/P jari – jari hidraulis (m).

Tabel 2.2 Koefisien manning (n)

Bahan	Koefisien Manning (n)
Besi tuang dilapisi	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapisi mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

Sumber : Hidraulika II, Triadmodjo (1993)

## 2.6. Penampang Hidrolik Terbaik

Menurut Nasution, 2005 penampang hidrolik terbaik atau paling efisien kadang-kadang disebut juga penampang ekonomis. Kondisi ini dapat terjadi jika parameter basah minimum sehingga luas penampang minimum dan volume galian akan minimum.

Untuk penampang persegi diperoleh penampang ekonomis jika  $b = 2h$ , dan untuk penampang trapezium diperoleh penampang ekonomis jika  $R = h/2$ . Dari kedua bentuk saluran ini, penampang trapezium lebih ekonomis dibandingkan penampang persegi, hal ini dikarenakan factor pembebasan lahan yang lebih sedikit

## 2.7. Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan berguna untuk :

- Menaikkan muka air di atas tinggi muka air maksimum
- Mencegah kerusakan tanggu saluran

Meningginya muka air sampai di atas tinggi yang telah direncana bisa disebabkan oleh penutupan pintu secara tiba-tiba disebelah hilir, variasi ini akan bertambah dengan membesarnya debit. Meningginya muka air dapat pula diakibatkan oleh pengaliran air buangan ke dalam saluran.

Tinggi jagaan minimum yang diberikan pada saluran primer dan sekunder dikaitkan dengan debit rencana saluran seperti yang diperlihatkan dalam Tabel 2.3

Tabel 2.3 Tinggi jagaan minimum untuk saluran pasangan

Debit $m^3/det$	Tanggul (F) m	Pasangan (F1) m
< 0,5	0,40	0,20
0,5 – 1,5	0,50	0,20
1,5 – 5,0	0,60	0,25
5,0 – 10,0	0,75	0,30
10,0 – 15,0	0,85	0,40
>15,0	1,00	0,50

Sumber : KP -03

## 2.8. Analisis Hidrologi

Menurut Triadmodjo (2008) Stasiun penakar hujan hanya memberikan data tinggi hujan dimana stasiun itu berada, sehingga hujan pada suatu luasan harus diperkirakan dari titik dimana pengukuran tersebut dilakukan. Apabila pada suatu daerah terdapat lebih dari satu stasiun pengukur hujan yang diletakan secara terpencar, maka hujan yang tercatat pada masing-masing stasiun nilainya tidak sama.

Dalam analisis hidrologi sering diperlukan untuk menentukan hujan rata-rata pada daerah tersebut. Analisis ini dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti metode rata-rata aritmatik, metode polygon Thiessen, dan metode Isohiet.

### **2.8.1 Curah Hujan Efektif**

Curah hujan efektif merupakan curah hujan yang jatuh pada suatu daerah dan dapat digunakan tanaman untuk pertumbuhannya. Hujan yang diharapkan terjadi selama satu musim tanam berlangsung disebut curah hujan efektif. Masa hujan efektif untuk suatu lahan persawahan dimulai dari pengolahan tanah sampai tanaman dipanen, tidak hanya selama masa pertumbuhan (*Subramanya, 2005*).

Curah hujan efektif untuk tanaman lahan tergenang berbeda dengan curah hujan efektif untuk tanaman pada lahan kering dengan memperhatikan pola periode musim hujan dan musim kemarau. Perhitungan curah hujan efektif dilakukan atas dasar prinsip hubungan antara keadaan tanah, cara pemberian air dan jenis tanaman (*Sosrodarsono, 1983*).

Besarnya curah hujan efektif diperoleh dari pengolahan data curah hujan harian hasil pengamatan pada stasiun curah hujan yang ada di daerah irigasi/daerah sekitarnya dimana sebelum menentukan curah hujan efektif terlebih dahulu ditentukan nilai curah hujan andalan yakni curah hujan rata-rata setengah bulanan (mm/15 atau 10 hari, tergantung dari pola tanam setiap daerah) dengan kemungkinan terpenuhi 80% dan kemungkinan tak terpenuhi 20%.

Curah hujan efektif adalah bagian dari curah hujan total yang digunakan oleh akar-akar tanaman selama masa pertumbuhan. Besarnya curah hujan efektif dipengaruhi oleh :

1. Cara pemberian air irigasi (rotasi, menerus atau berselang).
2. Laju pengurangan air genangan di sawah yang harus ditanggulangi
3. Kedalaman lapisan air yang harus dipertahankan di sawah
4. Cara pemberian air di petak
5. Jenis tanaman dan tingkat ketahanan tanaman terhadap kekurangan air

Penentuan curah hujan efektif digunakan rumus empiris yang menyatakan bahwa 70% dari curah hujan minimum tengah bulanan dengan periode ulang 5 tahun (*Dinas PU KP-01, 1986*).

Dengan persamaan sebagai berikut :



$$R_e = 0,7 \cdot (1/15) \cdot R \text{ (tengah bulanan) } 5 \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

$R_e$  = Curah hujan efektif (mm/hari )

$R \text{ (tengah bulanan) } 5$  = Curah hujan minimum tengah bulanan dengan periode ulang 5 tahun (mm)

Curah hujan efektif ( $R_{80}$ ) dihitung dari data curah hujan rata-rata setengah bulanan yang selanjutnya diurutkan dari data terkecil hingga terbesar. Atau dengan Rumus (*Dinas PU KP-01,1986*) :

$$R_{80} = R - 0,842 \cdot S_d \dots\dots\dots (8)$$

Dimana :

$R_{80}$  = curah hujan efektif

$R$  = curah hujan bulanan rata-rata ( mm )

$S_d$  = standard deviasi

Selain itu curah hujan efektif dapat juga dihitung dengan rumus:

$$R_e = R_{tot} (125 - 0,2 R_{tot}) / 125 ; R_{tot} < 250 \text{ mm} \dots\dots\dots (9)$$

$$R_e = 125 + 0,1 R_{tot} ; R_{tot} > 250 \text{ mm} \dots\dots\dots (10)$$

Dimana :

$R_{tot}$  = jumlah curah hujan bulanan (mm/hari)

Curah hujan efektif dalam budidaya padi adalah hujan yang jatuh di petak sawah dan dimanfaatkan oleh tanaman selama pertumbuhannya untuk mempertahankan tinggi genangan yang diinginkan, mengganti kehilangan air yang disebabkan oleh evaporasi, transpirasi, perkolasi dan rembesan mulai saat pengolahan tanah sampai saat panen.

### 2.8.1.1 Hujan Efektif untuk Padi

Menurut SP *KP-01, 1986* Perhitungan curah hujan efektif untuk padi dapat dihitung dengan rumusan sebagai berikut :

$$Re_{padi} = \frac{1}{2} \left[ \frac{0.70 \times R_{80\%}}{10} \right] \dots \dots \dots (11)$$

Dimana :

$Re_{padi}$  : curah hujan efektif pada sawah (mm/hari)

$R_{80\%}$  : curah hujan andalan dengan peluang 80% berhasil, dalam periode tertentu (mm)

### 2.8.1.2 Hujan Efektif untuk Polowijo

Untuk perhitungan curah hujan efektif tanaman polowijo digunakan rumusan FAO dengan menghubungkan antara air tanah yang siap dipakai dimana angka ini tergantung pada jenis tanah yang digunakan serta jenis tanaman yang ditanami, dan nilai hujan efektif  $R_{50}$  dan evapotranspirasi ( $E_t$ ). berikut ini merupakan rumusan untuk menghitung hujan efektif polowijo :

$$Re_{pol} = fd \times (1,25 \times R_{50}^{0,824} - 2,93) \times 10^{0,00095} \dots \dots \dots (12)$$

Dimana :

$$fd = 0,53 + (0,00016 \times 10^{-5} \times 0^2) + (2,32 \times 10^{-7} \times D^3)$$

D = kedalaman muka air tanah yang diperlukan, yang dapat dilihat pada tabel

2.4

Tabel 2.4 Nilai D Setiap Jenis Tanaman

Tanaman	Dalamnya akar (m)	Fraksi Air yang tersedia	Air tanah yang siap pakai (mm)		
			Halus	Sedang	Kasar
Kedelai	0,6 - 1,3	0,5	100	75	35
Jagung	1,0 - 1,7	0,6	120	80	40
Kacang Tanah	0,5 - 1,0	0,4	80	55	25
Bawang	0,3 - 0,5	0,25	50	35	15
Buncis	0,5 - 0,7	0,45	90	65	30
Kapas	1,0 - 1,7	0,63	120	90	40
Tebu	1,2 - 2,0	0,65	130	90	40

Sumber : *Standart Perencanaan Irigasi KP-01*

### **2.8.2 Epavorasi**

Menurut Triatmodjo, (2008) Evaporasi adalah penguapan yang terjadi dari permukaan air (seperti laut, danau, sungai), permukaan tanah (genangan di atas tanah dan penguapan dari permukaan air tanah yang dekat dengan permukaan tanah), dan permukaan tanaman (intersepsi).

Beberapa faktor yang mempengaruhi evaporasi adalah :

- 1) Radiasi matahari
- 2) Temperatur udara
- 3) Kelembaban udara
- 4) Kecepatan angin

Pada penelitian ini kehilangan air akibat penguapan (evaporasi) tidak diperhitungkan karena dianggap tidak signifikan sehingga dapat diabaikan.

## **2.9 Analisis Klimatologi**

### **2.9.1 Evapotranspirasi**

Evapotranspirasi (ET<sub>o</sub>) adalah proses dimana air berpindah dari permukaan bumi ke atmosfer termasuk evaporasi air dari tanah dan transpirasi dari tanaman melalui jaringan tanaman melalui transfer panas laten persatuan area (*Hillel, 1983*).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi yaitu faktor iklim mikro, mencakup radiasi netto, suhu, kelembaban dan angin, faktor tanaman, mencakup jenis tanaman, derajat penutupannya, struktur tanaman, stadia perkembangan sampai masak, keteraturan dan banyaknya stomata, menutup dan membukanya stomata, faktor tanah, mencakup kondisi tanah, aerasi tanah, potensial air tanah dan kecepatan air tanah bergerak ke akar tanaman (*Linsley dan Joseph, 1985*).

Salah satu metode yang digunakan untuk menghitung Evapotranspirasi adalah dengan metode Penmann. Metode ini memerlukan input data meteorologi berupa : temperatur, kelembaban udara, radiasi matahari dan kecepatan angin.

Perhitungan  $ET_0$  dengan menggunakan persamaan Penman Modifikasi, dilakukan dengan menyelesaikan persamaan sebagai berikut (*Dinas PU KP-01,1986*) :

$$ET_0 = c\{W \cdot R_n + (1 - W) \cdot f(u) \cdot (e_a - e_d)\} \dots\dots\dots (13)$$

$$R_n = R_{ns} - R_{n1} \dots\dots\dots (14)$$

$$R_{ns} = \{(0,25 + 0,50 (n/N))\} \cdot R_a \dots\dots\dots (15)$$

$$R_{n1} = f(T) \cdot f(e_d) \cdot f(n/N) \dots\dots\dots (16)$$

$$f(e_d) = 0,34 - 0,044 \cdot e_d^{0,5} \dots\dots\dots (17)$$

$$f(n/N) = 0,10 + 0,9 (n/N) \dots\dots\dots (18)$$

$$f(u) = 0,27 \{ 1 + (u/100) \} \dots\dots\dots (19)$$

Dimana :

$ET_0$  = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)

$R_a$  = Radiasi matahari (mm/hari)

$n$  = Rata-rata lama cahaya matahari yang sebenarnya (jam/hari)

$N$  = Lama matahari maksimum

$n/N$  = Presentasi penyinaran matahari (%)

$f(u)$  = Faktor kecepatan angin

$W$  = Faktor temperatur

$f(T)$  = Pengaruh temperatur

$R_n$  = Kelembaban relative (%)

$e_a$  = tekanan uap jenuh (mbar)

$e_d$  = tekanan uap nyata (mbar)

$(e_a - e_d)$  = perbedaan antara tekanan uap jenuh pada suhu rata-rata dan tekanan uap rata-rata actual (mbar)

Besarnya evapotranspirasi tanaman ada beberapa tahap harus dilakukan, yaitu menduga evapotranspirasi acuan; menentukan koefisien tanaman kemudian memperhatikan kondisi lingkungan setempat; seperti variasi iklim

setiap saat, ketinggian tempat, luas lahan, air tanah tersedia, salinitas, metode irigasi, dan budidaya pertanian. Menurut Doorenbos dan Pruitt, (1977) ada beberapa metode pendugaan evapotranspirasi acuan seperti metode Blaney – Cridle, Metode Pan Evapotranspirasi dan Metode Penman.

Setelah ditentukan sebuah nilai  $ET_0$  kebutuhan air untuk tanaman  $ET(tan)$  ditemukan dari :

$$ET(tan) = k_c \times ET_0 \dots\dots\dots(20)$$

Disini  $k_c$  adalah koefisien tanaman, menggambarkan hasil penguapan peluhan tanaman tertentu yang tumbuh dalam keadaan optimum (bagi iklim dan letaknya) dan memberi hasil optimum.

Metode Penman Modifikasi memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode-metode yang lain. Sedang metode Panci Evaporasi lebih banyak digunakan karena mudah dilakukan di tingkat sawah.(*Wilson, 1993*)

## 2.9.2 Perkolasi

Perkolasi adalah gerakan air ke bawah dari zona air tidak jenuh, yang tertekan di antara permukaan tanah sampai ke permukaan air tanah (zona jenuh). Daya perkolasi ( $P$ ) adalah laju perkolasi maksimum yang dimungkinkan, yang besarnya dipengaruhi oleh kondisi tanah dalam zona tidak jenuh yang terletak antara permukaan tanah dengan permukaan air tanah (*Soemarto, 1995*).

Kehilangan air akibat perkolasi dapat diukur dengan menggunakan lisimeter tanpa alas yang tidak ditanami dan diletakkan di petak sawah. Pada tanah lempung dengan karakteristik pengolahan yang baik laju perkolasi dapat mencapai 1 – 3 mm/hari, sedangkan pada tanah ringan laju perkolasi bisa lebih tinggi ( *Dinas PU KP-01, 1986*).

Koefisien perkolasi adalah sebagai berikut :

a. Berdasarkan

kemiringan :

- lahan datar = 1 mm/hari

- lahan miring  $> 5\% = 2 - 5$  mm/hari

b. Berdasarkan

tekstur :

- berat (lempung) =  $1 - 2$  mm/hari
- sedang (lempung kepasiran) =  $2 - 3$  mm/hari
- ringan =  $3 - 6$  mm/hari

selain itu juga menurut hasil penelitian dari Rice Irrigation in Japan, OTCA 1973 di lapangan didapatkan nilai perkolasi untuk berbagai jenis tanah disawah dengan lapisan tanah bagian atas yang dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut ini

Tabel 2.5 Nilai Perkolasi/Persesapan

Teksture Tanah	Nilai Perkolasi (mm/hari)
Sandy Loam	3-6
Loam	2-3
Clay Loam	1-2

*Sumber : Rice Irrigation in Japan, OTCA 1973*

## 2.10 Neraca Air

Menurut Direktorat Jendral Pengairan Departemen Pekerjaan Umum (1986) Neraca Air merupakan perbandingan antara debit air yang tersedia dengan debit air yang dibutuhkan untuk keperluan irigasi. Dalam perhitungan neraca air, kebutuhan pengambilan yang dihasilkan untuk pola tanam yang digunakan akan dibandingkan dengan debit andalan untuk tiap setengah bulan dan luas daerah yang bisa diairi. Apabila debit sungai melimpah, maka luas daerah proyek irigasi adalah tetap karena luas maksimum daerah layanan (*command area*) dan proyek akan direncanakan sesuai dengan pola tanam yang dipakai. Bila debit sungai kurang maka ada tiga pilihan yang bisa dipertimbangkan yaitu : luas daerah irigasi dikurangi, melakukan modifikasi pola tanam atau pemberian air secara rotasi/giliran (*Dinas PU KP-01, 1986*).

Perhitungan neraca air dilakukan untuk mengecek apakah air yang tersedia cukup memadai untuk memenuhi kebutuhan air irigasi atau tidak.

Perhitungan neraca air ini menjadi dasar untuk menentukan jadwal tanam pada Daerah Irigasi Kairatu I.

Ada tiga unsur pokok, yaitu:

1. Tersedianya air
2. Kebutuhan air, dan
3. Neraca air

Perhitungan neraca air akan sampai pada kesimpulan mengenai :

- Pola tanam akhir yang akan digunakan untuk jaringan irigasi yang sedang direncanakan, dan
- Penggambaran akhir daerah proyek irigasi

Untuk menghitung neraca air digunakan berbagai parameter yang dapat dilihat pada Tabel 2.6 berikut :

Tabel 2.6 Parameter Neraca Air

Bidang	Parameter yang dihitung	Neraca Air	Kesimpulan
Meteorologi	Evaporasi dan Curah Hujan Efektif	Kebutuhan Air Irigasi dalam 1 l/dt/ha di sawah	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jatah Debit/Kebutuhan</li> <li>- Luas Daerah Irigasi</li> <li>- Pola Tanam</li> <li>- Pengaturan Rotasi</li> </ul>
Tanah Agronomi	Pola Tanam Koefisien Tanaman Perkolasi Kebutuhan Penyiapan Lahan		
Jaringan Irigasi	Efisiensi Irigasi Rotasi		
Tofografi	Daerah Layanan	Debit Andalan	

Hidrologi	Debit Andalan	Debit Minimum persetengah bulan periode 5 th Kering pada bangunan utama Utama	
-----------	---------------	---	--

Sumber : Dinas PU KP-01,1986

Daerah irigasi Kairatu I mendapatkan air dari *intake* berupa bendungan, dimana dari *intake* keluar debit yang kemudian digunakan sebagai air irigasi. Dari debit air yang tersedia dan kebutuhan air yang diperlukan sehingga dapat dibuat neraca air di mana nilai kebutuhan yang dapat dipenuhi dari debit yang tersedia. Neraca air (*water balance*) diperoleh dengan membandingkan antara ketersediaan air dan kebutuhan air. Apabila terjadi kondisi surplus berarti kebutuhan air lebih kecil dari ketersediaan air, dan sebaliknya apabila defisit berarti kebutuhan air lebih besar dari ketersediaan air. Jika terjadi kekurangan debit, maka ada empat pilihan yang perlu dipertimbangkan sebagai berikut :

- Luas daerah irigasi dikurangi :  
Bagian-bagian tertentu dari daerah yang bisa diairi (luas maksimum daerah layanan) tidak akan diairi
- Melakukan modifikasi pola tanam :  
Dapat diadakan perubahan dalam pemilihan tanaman atau tanggal tanam untuk mengurangi kebutuhan air irigasi di sawah (l/dt/ha) agar ada kemungkinan untuk mengairi areal yang lebih luas dengan debit yang tersedia
- Rotasi teknis/golongan :

Untuk mengurangi kebutuhan puncak air irigasi. Rotasi teknis atau golongan mengakibatkan eksploitasi yang lebih kompleks dan dianjurkan hanya untuk daerah irigasi yang luasnya sekitar 10.000 ha atau lebih.



## **2.11 Kebutuhan Air Untuk Irigasi**

Kebutuhan air untuk irigasi, yaitu kebutuhan air yang digunakan untuk pengairan pada saluran irigasi sehingga didapat kebutuhan air untuk masing-masing jaringan.

Kebutuhan air irigasi (IR) untuk suatu tanaman adalah sejumlah air dibutuhkan pada bangunan pembawa air untuk mengairi sebidang areal, dimulai dari pengolahan tanah sampai dengan panen. Kebutuhan air irigasi adalah sama dengan kebutuhan air di sawah ditambah dengan kehilangan (*Dinas PU KP-01,1986*).

(1) Pengolahan Tanah / penyiapan lahan,

Kebutuhan Air untuk Pertumbuhan Tanaman yang meliputi :  
Penggunaan Konsumtif, Perkolasi (peresapan), Penggantian lapisan air,  
dan dikurangi Curah hujan efektif.

### **2.11.1 Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan**

Untuk petak tersier, jangka waktu yang dianjurkan untuk penyiapan lahan adalah 1,5 bulan. Bila penyiapan lahan terutama dilakukan dengan peralatan mesin, jangka waktu satu bulan dapat dipertimbangkan.

Kebutuhan air untuk pengolahan lahan sawah (puddling) bisa diambil 200mm. ini meliputi penjemuran (presaturation) dan enggenangan sawah; pada awal tranplantasi akan ditambah lapisan air 50 mm lagi. Angka 200mm diatas mengandaikan bahwa tanah itu bertekstur berat, cocok digenangi dan bahwa lahan itu belum bera (tidak ditanami) selama lebih dari 2,5 bulan. Jika tanah itu dibiarkan bera lebih lama lagi, ambilah lebih dari 2,5 bulan sebagai kebutuhan air untuk penyiapan lahan. Kebutuhan air untuk penyiapan lahan sudah termasuk kebutuhan air untuk persemaian.

Selain rumus empiris diatas, untuk menentukan kebutuhan air irigasi yang diperlukan selama penyiapan lahan dikaitkan dengan jangka waktu yang tersedia untuk pengolahan tanah, dapat pula digunakan metode yang dikembangkan oleh Van

De Goor dan Zijlstra (1968) dalam Dinas PU KP-01 (1986). Metode ini didasarkan pada laju air konstan dalam lt/dt selama periode penyiapan lahan dan menghasilkan persamaan sebagai berikut :

$$LP = \frac{M e^k}{(e^k - 1)} \dots\dots\dots ( 18 )$$

$$M = E_0 + P \dots\dots\dots ( 19 )$$

$$K = ( M \cdot T ) / S \dots\dots\dots ( 20 )$$

Dimana:

LP : Kebutuhan air untuk irigasi dalam penyiapan lahan ( mm/hari)

M : Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan ( mm/hari )

E<sub>0</sub> : Evaporasi air terbuka yang diambil 1,1 ET<sub>0</sub> selama penyiapan lahan (mm/hari )

P : Perkolasi

T : Jangka waktu penyiapan lahan ( hari )

S : Kebutuhan air untuk penjenuhan (250 mm) ditambah dengan lapisan air (50mm)

E : Log alam ( 2,7183 )

Koefisien untuk kebutuhan air selama penyiapan lahan dapat dilihat pada tabel 2.7 berikut ini.

Tabel 2.7 Koefisien Kebutuhan Air Selama Penyiapan Lahan

Eo + P mm/hari	T = 30 hari		T = 45 hari	
	S = 250 mm	S = 300 mm	S = 250 mm	S = 300 mm
5,0	11,1	12,7	8,4	9,5
5,5	11,4	13,0	8,8	9,8
6,0	11,7	13,3	9,1	10,1
6,5	12,0	13,6	9,4	10,4
7,0	12,3	13,9	9,8	10,8
7,5	12,6	14,2	10,1	11,1
8,0	13,0	14,5	10,5	11,4
8,5	13,3	14,8	10,8	11,8
9,0	13,6	15,2	11,2	12,1
9,5	14,0	15,5	11,6	12,5
10,0	14,3	15,8	12,0	12,9
10,5	14,7	16,2	12,4	13,2
11,0	15,0	16,5	12,8	13,6

Sumber : Dinas PU KP-01,1986

### 2.11.2 Kebutuhan Air untuk Pertumbuhan Tanaman Padi

Kebutuhan air sawah untuk padi ditentukan oleh faktor-faktor sebagai berikut: penyiapan lahan, penggunaan konsumtif, perkolasi dan rembesan, pergantian lapisan air dan curah hujan efektif. Pemberian air secara golongan adalah untuk efisiensi, memperkecil kapasitas saluran pembawa, dan seringkali untuk menyesuaikan pelayanan irigasi menurut variasi debit yang tersedia pada tempat penangkap air, misalnya bendung pada sungai (*Sudjarwadi, 1979*).

Persamaan untuk menghitung kebutuhan bersih air di sawah untuk padi (NFR) selama pertumbuhan adalah sebagai berikut (*Dinas PU KP-01,1986*):

$$\text{NFR} = \text{ET}_{\text{crop}} + \text{LP} + \text{P} + \text{WLR} - \text{Re} \dots\dots\dots (20)$$

Dimana :

- NFR = Kebutuhan bersih air di petak sawah ( mm/hari ) ETc  
 = Kebutuhan konsumtif tanaman (mm/hari )
- P = Perkolasi ( mm/hari )
- WLR = Kebutuhan air untuk pergantian lapisan air (mm/hari)
- LP = Kebutuhan air untuk untuk penyiapan lahan (mm/hari)
- Re = Curah hujan efektif ( mm/hari )

Perhitungan kebutuhan air irigasi ini dimaksudkan untuk menentukan besarnya debit yang akan dipakai untuk mengairi daerah irigasi. Setelah sebelumnya diketahui besarnya efisiensi irigasi. Besarnya efisiensi irigasi tergantung dari besarnya kehilangan air yang terjadi pada saluran pembawa dari mulut bendung sampai petak sawah. Kehilangan air tersebut disebabkan karena penguapan, perkolasi, kebocoran dan sadap liar.

### 2.11.3 Kebutuhan Air Di Pintu Pengambilan

Penentuan kebutuhan air di pintu pengambilan dapat di lakukan dengan menentukan air irigasi di petak tersier secara keseluruhan dalam daerah irigasi, atau dengan perkataan lain kebutuhan air irigasi dapat dicari dari penentuan debit di pintu tersier, pintu sekunder serta penentuan debit di pintu primer atau bendung (Suranto dan Supriyono, 1989). Kebutuhan air irigasi di pintu pengambilan (Intake) atau *Diversion Requirement* (DR) didefinisikan sebagai kebutuhan bersih air di sawah di bagi dengan efisiensi irigasi, dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut (Anonim 2, 1986).

$$DR_{padi} = \frac{NFR_{padi}}{(E_f \times 8.64)} \dots\dots\dots (21)$$

$$DR_{plw} = \frac{NFR_{plw}}{(E_f \times 8.64)} \dots\dots\dots (22)$$

$$DR_{total} = DR_{padi} + DR_{plw} \dots\dots\dots (23)$$

Dimana :

$DR_{padi}$  : kebutuhan pengambilan untuk tanaman padi (liter/detik/ha)

- $DR_{plw}$  : kebutuhan pengambilan untuk tanaman palawija (liter/detik/ha)
- $NFR_{padi}$  : kebutuhan bersih air di sawah untuk tanaman padi (mm/hari)
- $NFR_{plw}$  : kebutuhan bersih air di sawah untuk tanaman palawija (mm/hari)
- $E_f$  : efisiensi jaringan irigasi total (%)

#### 2.10.4 Penggantian Lapisan Air

Pergantian lapisan air atau water layer replacement (WLR) pada dasarnya merupakan proses yang diperlukan guna mengurangi efek reduksi pada tanah dan pertumbuhan tanaman. Setelah pemupukan diusahakan untuk menjadwalkan dan mengganti lapisan air menurut kebutuhan.

- Setelah pemupukan, usahakan untuk menjadwalkan dan mengganti lapisan air menurut kebutuhan
- Jika tidak ada penjadwalan semacam itu, lakukan penggantian sebanyak 2 kali, masing-masing 50mm (atau 3,3 mm/hari selama ½ bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi (SP KP-01)

#### 2.12 Koefisien tanaman (Kc)

Harga Kc ini diperlukan untuk menghitung kebutuhan air tanaman (*consumptive use*) setiap setengah bulan selama masa tanam, dan digunakan harga-harga koefisien tanaman menurut Standar Perencanaan Irigasi Dinas PU KP-01 Tahun 1986.

Harga – harga koefisien tanaman yang digunakan berdasarkan *Standar Perencanaan Irigasi Dinas PU KP-01 Tahun 1986* seperti yang disajikan pada tabel 2.8 berikut ini.

Tabel 2.8 Koefisien Tanaman (Kc) Untuk Tanaman Padi dan Palawija

Jenis Tanaman	Umur (hari)	Bulan I			Bulan II			Bulan III			Bulan IV			Bulan V
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Padi :														
a. Prosida														
• Varietas biasa	120	1.20	1.20	1.20	1.32	1.36	1.40	1.35	1.30	1.24	1.12	0.56	0.00	
• Varietas Unggul	90	1.20	1.23	1.27	1.33	1.32	1.30	1.30	0.65	0.00				
b. FAO														
• Varietas biasa	120	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.05	1.00	0.95	0.50	0.00	
• Varietas Unggul	90	1.10	1.10	1.10	1.05	1.05	1.05	1.05	0.50	0.00				
Palawija														
a. Jagung	80	0.50	0.65	0.75	1.00	1.00	1.00	0.82	0.45	0.95				
b. Kedelai	85	0.50	0.55	0.59	0.96	1.00	1.05	1.02	1.00	0.95	0.95	0.75	0.55	0.55
c. Kacang tanah	130	0.50	0.51	0.51	0.66	0.75	0.85	0.95	0.95					
d. Bawang	70	0.50	0.51	0.51	0.69	0.80	0.90	0.95						
e. Buncis	75	0.50	0.57	0.64	0.89	0.93	0.95	0.88	0.88					

Sumber : Dinas PU KP-01,1986

### 2.13 Efisiensi Irigasi

Efisiensi merupakan persentase perbandingan antara jumlah air yang dapat digunakan untuk pertumbuhan tanaman dengan jumlah air yang dikeluarkan dari pintu pengambilan.

Besarnya efisiensi irigasi tergantung dari besarnya kehilangan air yang terjadi pada saluran pembawa, mulai dari bendung sampai petak sawah. Kehilangan air tersebut disebabkan karena penguapan, perkolasi, kebocoran dan sadap liar. Besarnya angka efisiensi tergantung pada penelitian lapangan pada daerah irigasi.

Pada umumnya kehilangan air di jaringan irigasi dapat dibagi-bagi sebagai berikut :

- 12.5 - 20 % di petak tersier, antara bangunan sadap tersier dan sawah
- 5 -10 % di saluran sekunder
- 5 -10 % di saluran utama

### 2.14 QM (*quantitatif method*)

Software POM/QM for Windows adalah sebuah software yang dirancang untuk melakukan perhitungan yang diperlukan pihak manajemen untuk mengambil keputusan di bidang produksi dan pemasaran. Software ini dirancang oleh Howard J.

Weiss tahun 1996 untuk membantu menejer produksi khususnya dalam menyusun prakiraan dan anggaran untuk produksi bahan baku menjadi produk jadi atau setengah jadi dalam proses pabrikasi.

QM adalah kepanjangan dari quantitativ method yang merupakan perangkat lunak dan menyertai buku-buku teks seputar manajemen operasi. QM for windows merupakan gabungan dari program terdahulu DS dan POM for windoes, jadi jika dibandingkan dengan program POM for windows modulmodul yang tersedia pada QM for windows lebih banyak. Namun ada modulmodul yang hanya tersedia pada program POM for windows, atau hanya tersedia di program DS for windows dan tidak tersedia di QM for windows.

Metode-metode yang digunakan dalam QM for windows, adalah :

1. Decision Analisis (DA)
2. Waiting Lines
3. Linear Programming (LP)
4. Transportation Method (metode/model transportasi)
5. Assignment Method (metode/model penugasan)
6. Goal Programming

Yang digunakan dalam penelitian ini adalah Linear Programming (LP), dimana Linear Programming (LP) adalah salah satu metode untuk menyelesaikan masalah optimasi. Masalah optimalisasi produksi menjadi salah satu masalah yang paling populer diselesaikan dengan LP. Tujuan yang ingin dicapai biasanya memaksimalkan keuntungan dan meminimasi biaya produksi.

#### **2.14.1 Linear Programing (Program Linear)**

Menurut Idri, 2010 Program linear merupakan suatu model matematis yang mempunyai dua fungsi utama, yaitu fungsi tujuan dan fungsi kendala/pembatas. Program linear bertujuan untuk mencapai nilai maksimum atau minimum dari suatu fungsi tujuan.

Untuk menyelesaikan persoalan program linear, terutama bila mempunyai jumlah peubah yang lebih banyak dari 2 buah, maka penggunaan tabel simpleks akan sangat membantu. Metode simpleks merupakan prosedur perhitungan yang bersifat iteratif, yang merupakan gerakan selangkah demi selangkah dimulai dari suatu titik ekstrim pada daerah layak (*feasible region*) menuju ke titik ekstrim yang optimum. Dalam hal ini solusi optimum (atau solusi basis) umumnya didapat pada titik ekstrim. Metode simpleks mengiterasikan sejumlah persamaan yang mewakili fungsi tujuan dan fungsi-fungsi kendala pada program linear yang telah disesuaikan menjadi bentuk standar.

Berikut bentuk standar persamaan simpleks (Anwar, Nadjadji : 2001) :

$$\text{Maks./Min. } Z = C_1.X_1 + C_2.X_2 + \dots + C_n.X_n$$

$$\text{Kendala : } A_{11}.X_1 + A_{12}.X_2 + \dots + A_{1n}.X_n = b_1$$

$$A_{21}.X_1 + A_{22}.X_2 + \dots + A_{2n}.X_n = b_2:$$

$$A_{m1}.X_1 + A_{m2}.X_2 + \dots + A_{mn}.X_n = b_n \quad X_1, X_2, X_3 \dots$$

$$0$$

Dalam penyelesaiannya, rumusan linear harus dirubah / disesuaikan terlebih dahulu ke dalam bentuk rumusan standar metode simpleks dengan ketentuan sebagai berikut :

- 1) Fungsi pembatas merupakan persoalan maksimasi atau minimasi. Bila semua suku pada persoalan maksimasi dikalikan dengan angka -1 (minus 1) maka akan menjadi persoalan minimasi. Misalnya : Min  $z = 2X_1 + 4X_2$  , sama dengan maks.  $(-z) = -2X_1 - 4X_2$
- 2) Semua fungsi kendala dirubah menjadi bentuk persamaan, dengan cara menambah atau mengurangi dengan bilangan-bilangan *slack*, *surplus* atau *artifisial*. Misalnya :  
 $a \leq 7X_1 - 4X_2 \leq 6$ , menjadi  $7X_1 - 4X_2 + S_1 = 6, S_1 = \text{bil. Slack}$   
 $b \geq 7X_1 - 4X_2 \leq 6$ , menjadi  $7X_1 - 4X_2 - S_2 + R = 6, S_2 = \text{bil. Slack}; R =$



artifisial

c.  $7X_1 - 4X_2 = 6$ , menjadi  $7X_1 - 4X_2 + R = 6$ ,  $R = \text{artifisial}$

3) Semua ruas kanan fungsi kendala bertanda positif.

Misalnya :

$-2X_1 \leq 4X_2 - 6$ , menjadi  $2X_1 \leq 4X_2 - 6$ , kemudian  $2X_1 - 4X_2 - S_2 + R = 6$ ,

4) Semua peubah tidak negatif. Misalnya  $X_1 \geq 0$  Untuk penyelesaian selanjutnya dilakukan dengan cara iterasi. Langkah – langkah untuk satu kali iterasi pada persoalan maksimasi dapat dilakukan dari tabel simpleks sebagai berikut :

Langkah 1: Cari diantara nilai  $c_1$  pada baris fungsi tujuan (baris ke-0) yang paling bernilai positif. Angka tetapan ini ialah faktor pengali pada peubah nonbasis (PNB), maka peubah dengan nilai  $c_1$  paling positif akan masuk menjadi peubah basis pada tabel simpleks berikutnya sebagai peubah masuk (PM).

Langkah 2: Langkah ini bertujuan mencari peubah keluar (PK) atau diantara sejumlah peubah basis solusi ( $b_1$ ) dibagi dengan angka matriks pada baris yang sama dengan  $b_1$  dan merupakan faktor pengali dari PM di baris tersebut. Angka perbandingan positif yang terkecil menentukan pada baris tersebut ialah PBS yang akan keluar menjadi PK.

Langkah 3: Melakukan perhitungan operasi baris elementer (OBE) pada setiap baris termasuk baris fungsi tujuan sehingga didapat bahwa POM sudah menjadi PBS, dan PK menjadi PNB.

Langkah 4: Bila masih terdapat nilai  $c_1$  pada baris fungsi tujuan, lanjutkan dengan memulai langkah 1 dan seterusnya hingga seluruh nilai  $c_1$  ialah nol atau positif bila keadaan terakhir terpenuhi maka PBS ialah jawaban dari permasalahan ini dan ruas kanan pada

baris fungsi tujuan ialah nilai optimum dari fungsi tujuan. (Idfi, 2010)

## 2.15. Penelitian Terdahulu

1. Sumadiyono. A (2012) Analisis Efisiensi Pemberian Air Di Jaringan Irigasi Karau Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah. peneliti melakukan penelitian dengan memakai *Current Meter* untuk mendapatkan data kecepatan air di saluran. Hasil studi analisis efisiensi yang telah dilakukan, diperoleh rata-rata nilai efisiensi sebesar 81,06 % untuk saluran sepanjang 2.900 meter di Saluran Primer Karau Kiri dan rata-rata sebesar 89,91 % untuk saluran sepanjang 900 meter di Saluran Sekunder Moloh, rata-rata sebesar 89,55 % untuk saluran sepanjang 900 meter di Saluran Sekunder Batu Putih. Berdasarkan studi ini efisiensi Jaringan Irigasi Karau perlu ditingkatkan agar mencapai efisiensi yang ditetapkan dalam Kriteria Perencanaan Irigasi yaitu untuk Saluran Primer Efisiensinya 90 % dan di Saluran Sekunder efisiensinya 90 %. Untuk meningkatkan efisiensinya saluran di Daerah Irigasi Karau yang belum dilining harus ditingkatkan dengan cara dilining. Serta melakukan perubahan pola tanam yang ada saat ini.
2. Bunganaen. W (2011) Analisis Efisiensi Dan Kehilangan Air Pada Jariringan Utama Daerah Irigasi Air Sagu Efisiensi dan kehilangan air dianalisis dengan menggunakan metode Debit Masuk – Debit Keluar. Data – data yang dipakai dalam analisis ini adalah data primer berupa data kecepatan aliran dengan *current meter* untuk saluran primer dan sekunder serta data kecepatan aliran dengan pelampung untuk saluran tersier. Selain data primer juga dipakai data sekunder berupa data evaporasi 10 tahun terakhir dari Stasiun Klimatologi Lasiana. Berdasarkan hasil analisis, Kehilangan air secara keseluruhan pada jaringan irigasi Air Sagu adalah 39.67%. Kehilangan air yang terjadi akibat evaporasi sangat kecil, sehingga air yang hilang lebih disebabkan oleh faktor fisik saluran dengan kehilangan yang banyak terjadi pada saluran sekunder 1,

sekunder 4, dan saluran tersier tanah. Efisiensi rata – rata secara keseluruhan pada jaringan irigasi Air Sagu adalah 60.33% dengan efisiensi saluran primer sebesar 93.36%, saluran sekunder sebesar 83.02%, dan saluran tersier sebesar 77.84%. Kehilangan air pada jaringan irigasi Air Sagu sebesar 39.67% lebih banyak terjadi pada saluran sekunder 1, sekunder 4, dan tersier tanah, maka perlu peningkatan saluran tersebut melalui rehabilitasi. Khusus untuk saluran tersier tanah ditingkatkan menjadi saluran permanen.

3. Kiyatsujono. P (1987) melakukan penelitiannya yang berjudul ‘Analisa Pengaruh Pembuatan *Lining* Pada Saluran Terhadap Rembesan Air’. Dimana ia menganalisis kehilangan air akibat rembesan dengan untuk saluran tanpa *lining* dan dengan menggunakan *lining* batu kali dengan mengkombinasikan berbagai teori. Dari hasil penelitiannya diketahui bahwa rembesan pada saluran tanpa *lining* dengan berbagai metoda perhitungan dapat dilihat bahwa besarnya rembesan bervariasi antara 0.022 l/det/ 100 m hingga 0.770 l/det/100 m, sedangkan pada saluran dengan *lining* batu kali besarnya antara  $3.93 \times 10^{-9}$  l/det/100 m hingga  $6.95 \times 10^{-9}$  l/det/100 m . Dan dari hasil perhitungan rembesan dengan metoda ‘Ponding Test ’ (dari buku Laporan Sementara Proyek Penelitian Penggunaan Air Seksi Sidoarjo) diperoleh data besarnya rembesan untuk saluran tanpa lining sebesar rata-rata 0.25442 l/det/100 m dan untuk saluran dengan lining sebesar rata-rata 0.12564 l/det/100 m. Dengan demikian terlihat bahwa pemasangan *lining* batu kali dapat mengurangi besarnya rembesan air.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan beberapa pokok pikiran, teori serta rumusan-rumusan empiris yang didapatkan dari beberapa literatur, yang diharapkan dapat menjawab tujuan dari penelitian ini yaitu untuk meningkatkan hasil produksi yang optimal pada daerah irigasi Kairatu I. Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### **1. Survey Pendahuluan**

Survey pendahuluan dilakukan untuk mengenal dan mengetahui lokasi serta karakteristik daerah irigasi Kairatu I secara detail, dan permasalahan apa yang terjadi di lapangan. Survey ini dilakukan dengan tujuan untuk dapat dilakukan analisis selanjutnya untuk mencari solusi dari permasalahan yang ada.

#### **2. Pengumpulan Data**

Setelah mengidentifikasi permasalahan yang ada di lapangan dari survey pendahuluan, maka selanjutnya dilakukan pencarian data untuk menunjang mengidentifikasi dan menyelesaikan permasalahan tersebut. Data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu data primer dan sekunder, yang meliputi :

##### **a. Data Primer :**

- Pengukuran kecepatan sesaat pada beberapa titik pada setiap saluran irigasi Kairatu I dengan menggunakan alat ukur *Current Meter*. Hasil yang didapatkan dari pengukuran kemudian dikalikan dengan luas penampang basah setiap saluran untuk mendapatkan nilai debit setiap saluran. Dari nilai debit sesaat yang didapatkan kemudian dianalisis untuk dapat mengetahui besarnya kehilangan air ( $\Delta Q$ ) dan efisiensi pada setiap penampang saluran yang diukur.

- Survey terhadap kelompok tani untuk mengetahui bagaimana kondisi daerah irigasi Kairatu I, berapa jumlah produksi yang dihasilkan, musim tanam yang ada serta kebutuhan air, dll

b. Data Sekunder

- Data curah hujan
- Data klimatologi, yang meliputi :
  - Suhu
  - Penyinaran matahari
  - Tekanan udara
  - Kecepatan angin
- Skema jaringan irigasi Kairatu I
- Peta catchment area daerah irigasi Kairatu I
- Harga komoditas hasil pertanian

3. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan tujuan sebagai bahan acuan untuk mengetahui langkah-langkah yang pernah dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang hampir serupa dengan permasalahan yang terjadi pada daerah irigasi Kairatu I, maupun teori yang mendukung untuk pemecahan masalah yang terjadi pada daerah irigasi Kairatu I.

4. Proses perhitungan dan analisis

Setelah semua data terkumpul dan studi pustaka dilakukan, maka dapat dilanjutkan ke tahap analisis, yang meliputi :

- Analisis Hidrologi :
  - Curah hujan efektif :

Dari data stasiun hujan dilakukan analisis hujan kawasan untuk stasiun manakah yang berpengaruh untuk perhitungan curah hujan efektif pada

daerah irigasi Kairatu I. Setelah itu dilakukan analisis curah hujan efektif berdasarkan data curah hujan yang ada selama 12 tahun.

- Evapotranspirasi

Dari data-data klimatologi yang didapatkan kemudian dilakukan perhitungan evapotranspirasi dengan menggunakan metode Penman Modifikasi.

- Analisis Keseimbangan Air :

Analisis keseimbangan air dilakukan berdasarkan data debit yang didapatkan dari pengukuran sesaat dengan alat *Current Meter* di lapangan, dan pengamatan di lapangan untuk saluran dengan *lining* dan tanpa *lining* kemudian dilihat berapa perbedaan kehilangan air disetiap bangunan yang menggunakan *lining* dengan tanpa *lining*.

- Analisis Efisiensi Irigasi

Analisis efisiensi irigasi dilakukan untuk melihat seberapa besar kemampuan saluran untuk mengalirkan air, berdasarkan jenis salurannya (saluran primer, sekunder maupun tersier) dengan hasil perhitungan kehilangan air pada setiap saluran ( $\Delta Q$ ) kemudian dilakukan analisis seberapa besar kemampuan saluran tersebut untuk mengalirkan air pada jaringan irigasi Kairatu I dengan kondisi eksisting.

- Analisis Perubahan *Lining* Saluran

Dari hasil kondisi eksisting yang didapatkan, kemudian dicoba untuk melakukan perubahan *lining* saluran, teristimewa pada saluran tersier yang terbuat dari saluran alami (tanah) dirubah menggunakan beton. Kemudian dicek kembali efisiensi setelah perubahan *lining* dan dibandingkan dengan kondisi eksisting yang ada.

- Analisis Kebutuhan Air :

Analisis kebutuhan air meliputi kebutuhan air untuk setiap jenis tanaman yang ditanami pada daerah irigasi Kairatu I, berdasarkan pola tanam eksisting.

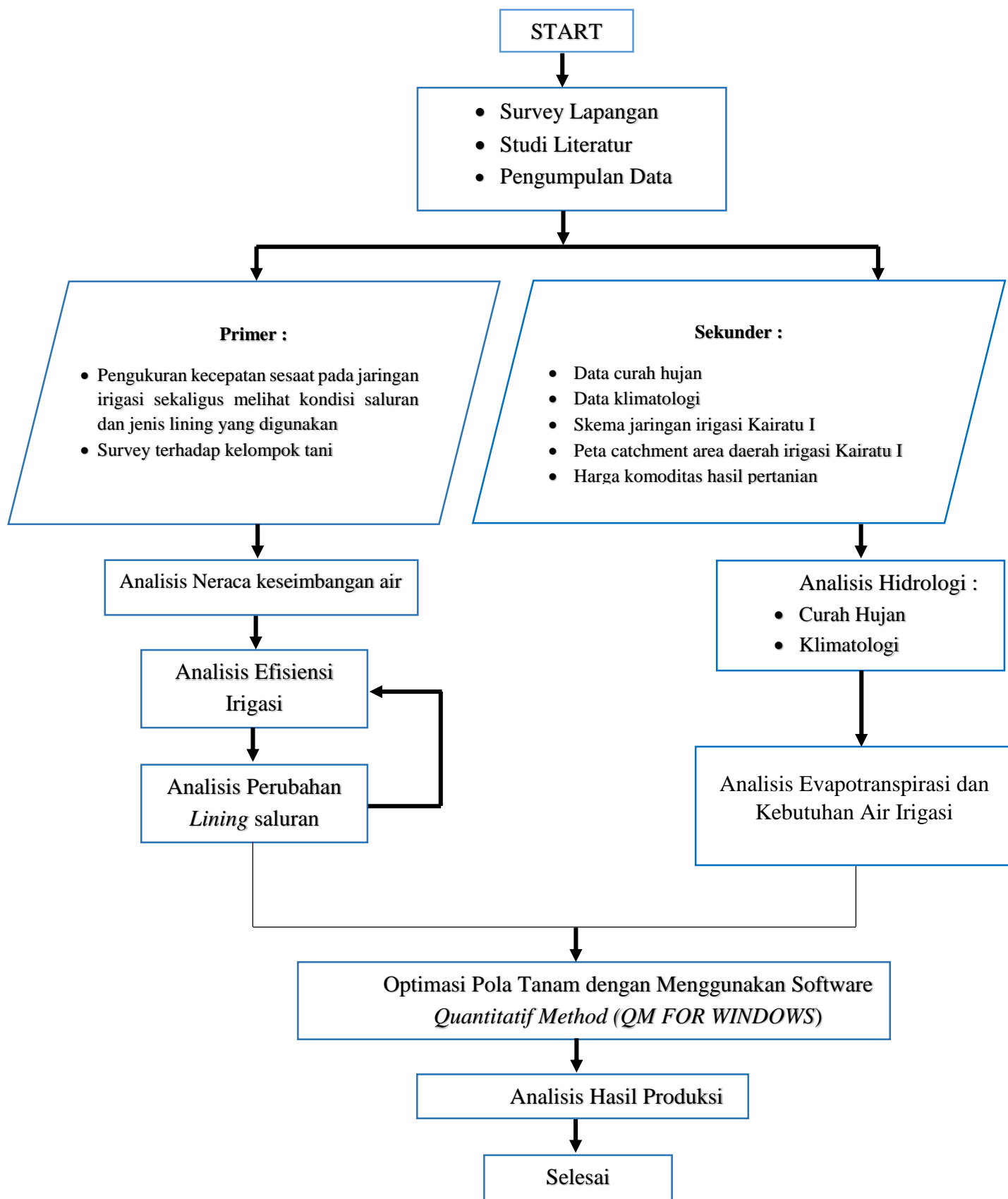
- Analisis Optimasi

Analisis Optimasi dilakukan untuk melihat perbandingan antara kondisi eksisting dan kondisi setelah *lining* untuk mendapatkan pola tanam untuk setiap musim tanam dengan jumlah yang berbeda sehingga memberikan hasil yang optimum yang bertujuan untuk meningkatkan hasil produksi pada daerah irigasi Kairatu I, yang akan dibantu dengan menggunakan software *Quantitatif Method (QM FOR WINDOWS)* dengan menggunakan metode *Linear Programming*.

- Analisis Hasil Produksi

Analisis Hasil Produksi dilakukan untuk mengetahui berapa besar keuntungan yang didapatkan dari setiap hasil optimasi dengan setiap pola tanam yang direncanakan. Apakah dengan adanya perubahan *lining* saluran dapat meningkatkan keuntungan hasil panen atau hanya cukup dengan kondisi eksisting saja mampu memberikan hasil maksimal.

Selanjutnya untuk melihat secara detail rencana penelitian pada daerah irigasi Kairatu I dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Bagan Alir Proses Penelitian



*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan*

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

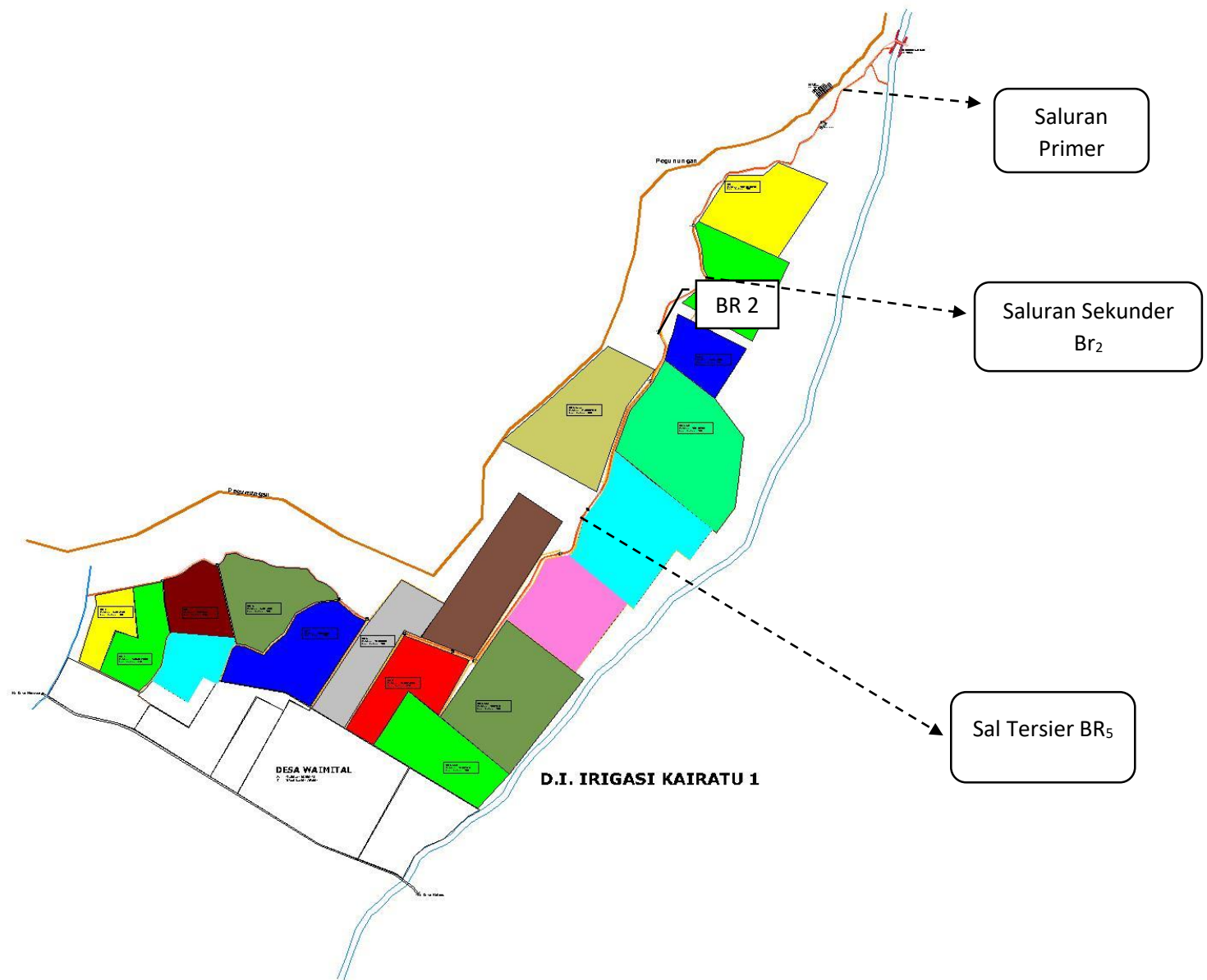
#### 4.1 Pengukuran Kecepatan

Untuk mengetahui besarnya kehilangan air pada setiap segmen saluran dan nilai efisiensi saluran yang ada, diperlukan data debit agar dapat diketahui selisih antara debit yang masuk dan debit yang keluar. Namun pada daerah irigasi Kairatu I tidak terdapat data debit, sehingga perlu dilakukan pengambilan data primer berupa pengukuran kecepatan dengan menggunakan alat ukur *current meter* di lokasi penelitian dengan tujuan untuk mendapatkan nilai debit pada daerah irigasi Kairatu I. karena keterbatasan waktu dan peralatan sehingga pengukuran kecepatan sesaat hanya dilakukan pada segmen tertentu yang dianggap baik (tidak terdapat hambatan). Pengukuran dilakukan masing-masing dua titik baik untuk saluran primer, sekunder maupun tersier.

Terdapat dua kondisi saluran yang diukur yaitu saluran yang sudah di *lining* pada saluran primer dan sekunder, dan saluran yang belum di *lining* yaitu pada saluran tersier. Dengan menganggap tidak terjadi perubahan debit pada intake maka dilakukan pengukuran pada masing-masing jenis saluran untuk dapat mengetahui nilai kecepatan sesaat pada lokasi penelitian.

##### 4.1.1 Lokasi Pengambilan Data

Pengukuran kecepatan dilakukan pada saat musim persiapan tanam dimana air yang tersedia cukup banyak. Pengukuran dilakukan pada beberapa titik yaitu pada *intake* (saluran primer), saluran sekunder Br<sub>2</sub>, dan saluran tersier. Berikut ini merupakan segmen dimana dilakukan pengukuran debit sesaat pada daerah irigasi Kairatu I yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



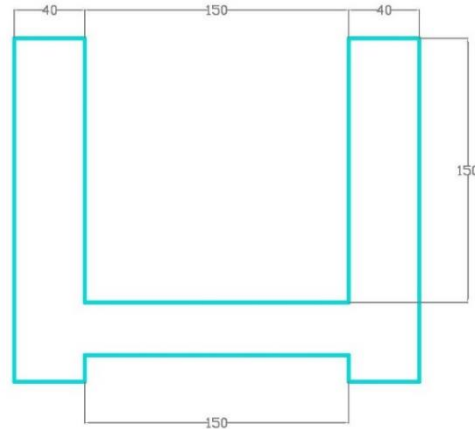
Gambar 4.1 Lokasi Pengukuran

**D.I. IRIGASI KAIRATU 1**

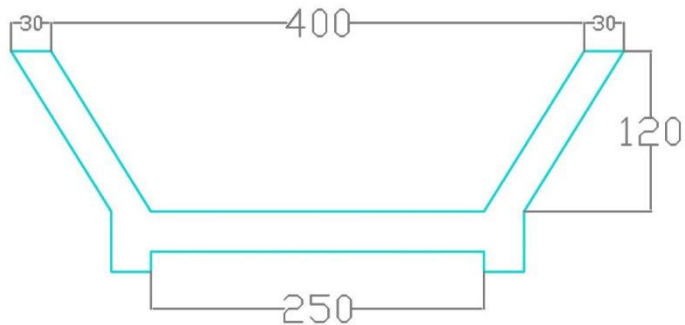


Gambar 4.2 Dokumentasi Pengukuran Kecepatan

Pada Gambar 4.1 dapat dilihat dengan letak saluran yang dilakukan pengukuran baik pada saluran primer, sekunder, maupun tersier. Ukuran penampang dari masing-masing saluran yang dilakukan pengukuran dapat dilihat secara detail pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.



Gambar 4.3 Detail Penampang Saluran Primer (*Intake*)



Gambar 4.4 Detail Penampang Saluran Sekunder Br<sub>2</sub>

#### 4.1.2 Hasil Pengukuran

Dari hasil pengukuran kecepatan di lapangan dengan menggunakan *current meter* didapatkan hasil untuk berbagai penampang saluran yang diukur. Hasil-hasil tersebut kemudian diklasifikasikan menjadi tiga bagian berdasarkan tipe saluran dan jenis *lining* yang digunakan, yaitu saluran primer (dengan *lining* beton),

sekunder (dengan *lining* beton), dan tersier (saluran alami dari tanah) yang dapat dilihat pada tabel 4.1 – tabel 4.3.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Kecepatan Sesaat Pada Saluran Primer

No	Kode Saluran	Kecepatan Terbaca			Vrata-rata
		V1	V2	V3	
1	Primer	1.9	1.9	1.9	1.9
2		1.8	1.9	1.8	1.83

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Kecepatan Sesaat Pada Saluran Sekunder

No	Kode Saluran	Kecepatan Terbaca			Vrata-rata
		V1	V2	V3	
1	Sekunder	0.8	0.8	0.8	0.8
2		0.7	0.7	0.8	0.73

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Kecepatan Sesaat Pada Saluran Tersier

No	Kode Saluran	Kecepatan Terbaca		
		V1	V2	V3
1	Tersier	0.1	0.1	0.1
2		0.1	0.1	0.1

Sumber : Hasil Perhitungan

## 4.2 Analisis Dan Pembahasan

Setelah mendapatkan hasil pengukuran berupa nilai kecepatan sebanyak tiga kali pengukuran pada satu penampang yang sama, kemudian di rata-rata untuk mendapatkan satu nilai kecepatan pada setiap segmen yang diukur. Nilai kecepatan tersebut kemudian dikalikan dengan luasan penampang basah masing-masing segmen untuk mendapatkan nilai debit sesaat pada setiap segmen pada saluran primer dan sekunder. Dimana pada setiap pengukuran diukur juga tinggi air pada masing-masing penampang untuk dapat menghitung luas penampang basah pada setiap saluran. Berbeda dengan saluran primer dan sekunder, untuk saluran tersier nilai kecepatan yang didapat tidak dijumlahkan karena nilai kecepatan pada saluran tersier diukur pada tiga bagian saluran yang berbeda dalam satu pias yang dibagi berdasarkan betuk saluran, maka luas penampangnya pun dibagi menjadi tiga berdasarkan pengukuran yang dilakukan. Hasil perhitungan debit sesaat setiap saluran dapat dilihat pada Tabel 4.4 – 4.6.

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Debit Pada Saluran Primer

No	Kode Saluran	Ukuran penampang		h(Air)	A (luas)	Vrata-rata	Q (Debit)	
		b						h
		b1	b2					
1	Primer	1.5		1.5	0.74	1.11	1.9	2.11
2		1.5		1.5	0.74	1.11	1.83	2.04

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Debit Pada Saluran Sekunder

No	Kode Saluran	Ukuran penampang			h(Air)	A (luas)	Vrata-rata	Q (Debit)
		b		h				
		b1	b2					
1	Sekunder	2.5	1	1.2	0.56	0.98	0.8	0.78
2		2.5	1	1.2	0.56	0.98	0.73	0.72

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Debit Pada Saluran Tersier

No	Kode Saluran	Ukuran penampang 1		Ukuran penampang 2	Ukuran penampang 3		A1	A2	A3	Kecepatan Terbaca			Q1	Q2	Q3	Q tot
		b	h	b	b	h				v1	v2	v3				
1	Tersier	0.188	0.16	0.375	0.187	0.1	0.015	0.048	0.0187	0.1	0.1	0.1	0.0015	0.0048	0.0001	0.0064
2		0.188	0.14	0.375	0.187	0.08	0.013	0.04	0.01496	0.1	0.1	0.1	0.0013	0.004	0.0001	0.0054

Sumber : Hasil Perhitungan



Untuk mengetahui besarnya kehilangan air pada setiap segmen saluran yang diukur, maka dilakukan perhitungan selisih antara setiap debit yang masuk dan keluar ( $\Delta Q$ ). Hasil perhitungan kehilangan air ( $\Delta Q$ ) untuk setiap saluran yang diukur dapat dilihat pada table 4.7-4.9 berikut ini :

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Kehilangan air ( $\Delta Q$ ) pada saluran Primer

No	Kode Saluran	Vrata-rata	Q (Debit)	$\Delta Q$
1	Primer	1.9	2.109	0.074
2		1.83	2.035	

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Kehilangan air ( $\Delta Q$ ) pada saluran Sekunder

No	Kode Saluran	Vrata-rata	Q (Debit)	$\Delta Q$
1	Sekunder	0.8	0.78	0.065
2		0.73	0.72	

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Kehilangan air ( $\Delta Q$ ) pada saluran Tersier

No	Kode Saluran	Q (Debit)	$\Delta Q$
1	Tersier	0.0064	0.0010
2		0.0054	

Sumber : Hasil Perhitungan

Setelah mengetahui besar kehilangan air setiap segmen saluran, maka perlu dicek kembali terhadap efisiensi saluran kondisi eksisting untuk dapat mengetahui kapasitas saluran yang ada saat ini, yang dapat dilihat pada Tabel 4.10 – 4.12.

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Efisiensi saluran Primer

No	Kode Saluran	Vrata-rata	Q (Debit)	$\Delta Q$	Efisiensi
1	Primer	1.9	2.109	0.074	96.49
2		1.83	2.035		

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Efisiensi saluran Sekunder

No	Kode Saluran	Vrata-rata	Q (Debit)	$\Delta Q$	Efisiensi
1	Sekunder	0.8	0.78	0.06533	91.67
2		0.73	0.72		

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Efisiensi saluran Tersier

No	Kode Saluran	Vrata-rata	Q (Debit)	$\Delta Q$	Efisiensi
1	Tersier	Tersier	0.0064	0.0010	83.88
2			0.0054		

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan efisiensi kondisi eksisting diatas kemudian dibandingkan masing-masing saluran untuk dapat melihat kapasitas dari saluran yang telah *dilining* dan belum *dilining* yang dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Efisiensi Saluran Kondisi Eksisting

<b>Efisiensi Irigasi</b>	<b>Kondisi Eksisting</b>
Saluran Primer	96%
Saluran Sekunder	92%
Saluran Tersier	84%
Total EI	74%

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Dari tabel 4.13 terlihat efisiensi saluran primer dan sekunder yang sudah *dilining* dengan menggunakan beton memiliki efisiensi yang baik, tetapi sebaliknya untuk saluran tersier yang masih merupakan saluran alami dari tanah memiliki efisiensi yang lebih kecil dengan tingkat kehilangan air yang lebih besar. Untuk saluran primer dan sekunder yang sama-sama menggunakan jenis *lining* dari beton seharusnya memiliki efisiensi yang sama, tetapi kenyataannya untuk saluran sekunder memiliki efisiensi yang lebih kecil, hal ini disebabkan karena kerusakan saluran pada beberapa bagian dan penumpukan sedimen berupa tanah dan tumbuhnya rumput liar disekitar saluran, menyebabkan efisiensi saluran irigasi untuk saluran sekunder lebih kecil dibandingkan saluran primer. Untuk menaikkan efisiensi irigasi pada jaringan irigasi Kairatu I, maka diupayakan untuk dilakukan perubahan *lining* saluran pada saluran tersier menjadi sama dengan primer dan sekunder agar dapat menaikkan efisiensi saluran yang ada dan mengurangi kehilangan air sepanjang saluran tersier, agar jumlah air yang masuk ke petak sawah tidak berkurang.

Dengan adanya perubahan *lining* saluran tersier menjadi beton, diharapkan dapat meningkatkan kapasitas saluran tersier menjadi sama dengan saluran primer dan

sekunder. Berikut ini merupakan perbandingan efisiensi saluran sebelum dan sesudah *dilining* yang dapat dilihat pada table 4.14.

Tabel 4.14 Perbandingan Efisiensi Saluran Kondisi Eksisting dan Setelah *Lining*

<b>Efisiensi Irigasi</b>	<b>Kondisi Eksisting</b>	<b>Setelah <i>Lining</i></b>
Saluran Primer	96%	96%
Saluran Sekunder	92%	92%
Saluran Tersier	84%	90%
Total EI	74%	80%

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Dari tabel 4.14 dapat dilihat apabila saluran tersier dirubah menjadi beton maka diharapkan dapat meningkatkan efisiensi saluran tersier sebesar 6% dari semula 74% menjadi 80%, serta dapat meningkatkan efisiensi saluran irigasi secara keseluruhan sebesar 6% juga dari semula 74% menjadi 80%.

### 4.3 Perubahan *Lining* Saluran

Karena bentuk penampang saluran tersier yang masih merupakan saluran alami berbentuk tidak beraturan, maka untuk merubah jenis *lining* menjadi beton harus dilakukan perubahan penampang saluran, namun disesuaikan dengan kondisi lapangan. Untuk penilaian jenis penampang saluran mengikuti bentuk saluran primer dan sekunder yaitu persegi dan trapezium, yang dapat dilihat pada tabel 4.15 dan 4.16.

Tabel 4.15 Perhitungan Design Penampang Saluran Berbentuk Persegi

No	Kode Saluran	Ukuran Saluran		A	P	R	S	n	Q (Design)		Q (Eks)
		B1	H						Design	Eff 90%	
1	Tersier I	1.5	0.35	0.525	2.200	0.239	0.00003	0.013	0.162	0.162	0.18
		1.45	0.355	0.515	2.160	0.238	0.00003	0.013	0.162	0.162	0.18
		1.3	0.375	0.488	2.050	0.238	0.00003	0.013	0.162	0.162	0.18
		1.25	0.385	0.481	2.020	0.238	0.00003	0.013	0.162	0.162	0.18
		1.2	0.395	0.474	1.990	0.238	0.00003	0.013	0.162	0.162	0.18
		1.15	0.41	0.472	1.970	0.239	0.00003	0.013	0.162	0.162	0.18
		1.1	0.42	0.462	1.940	0.238	0.00003	0.013	0.162	0.162	0.18
		1.05	0.44	0.462	1.930	0.239	0.00003	0.013	0.162	0.162	0.18
		1	0.455	0.455	1.910	0.238	0.00003	0.013	0.162	0.162	0.18
		0.95	0.48	0.456	1.910	0.239	0.00003	0.013	0.162	0.162	0.18
		0.9	0.51	0.459	1.920	0.239	0.00003	0.013	0.162	0.162	0.18
		0.85	0.54	0.459	1.930	0.238	0.00003	0.013	0.162	0.162	0.18
		0.8	0.59	0.472	1.980	0.238	0.00003	0.013	0.162	0.162	0.18
		0.75	0.65	0.488	2.050	0.238	0.00003	0.013	0.162	0.162	0.18

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.16 Perhitungan Design Penampang Saluran Berbentuk Trapesium

No	Kode Saluran	Ukuran Saluran			A	P	R	S	n	m	Q (Design)		Q (Exs)
		B	b	H							Penampang	Eff 90%	
1	Tersier	1.35	0.4	0.475	0.42	1.74	0.24	0.00003	0.013	1	0.162	0.162	0.18
		1.39	0.5	0.445	0.42	1.76	0.24	0.00003	0.013	1	0.162	0.162	0.18
		1.43	0.6	0.415	0.42	1.77	0.24	0.00003	0.013	1	0.162	0.162	0.18
		1.49	0.7	0.395	0.43	1.82	0.24	0.00003	0.013	1	0.162	0.162	0.18
		1.56	0.8	0.38	0.45	1.87	0.24	0.00003	0.013	1	0.162	0.162	0.18
		1.63	0.9	0.365	0.46	1.93	0.24	0.00003	0.013	1	0.162	0.162	0.18
		1.7	1	0.35	0.47	1.99	0.24	0.00003	0.013	1	0.162	0.162	0.18

Sumber : Hasil Perhitungan

Berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk merencanakan penampang saluran persegi dan trapezium yang dilakukan dengan cara coba-coba atau *trial and error*:

- Penampang persegi :

$$Q_{eksisting} = 0,18 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{efisien} = 0,18 \times 90\% = 0,162 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$B = 0,95 \text{ m}$$

$$H = 0,48 \text{ m}$$

$$S = 0,0003$$

$$N = 0,013 \text{ (untuk beton)}$$

$$A = B \times H = 0,95 \times 0,48 = 0,456 \text{ m}^2$$

$$P = B + (2H) = 0,95 + (0,48 \times 2) = 1,91 \text{ m}$$

$$R = A/P = 0,456 / 1,91 = 0,239 \text{ m}$$

$$Q_{\text{design}} = 1/n R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} = 1/0,013 (0,239^{\frac{2}{3}}) (0,0003^{\frac{1}{2}})$$

$$= 0,162 \text{ m}^3/\text{det} = Q_{\text{efisien}} \text{ (OK)}$$

- Penampang trapesium :

$$Q_{eksisting} = 0,18 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{efisien} = 0,18 \times 90\% = 0,162 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$b = 0,4 \text{ m}$$

$$H = 0,475 \text{ m}$$

$$m = 1$$

$$B = b + 2(h.m) = 0,4 + 2(0,475 \times 1) = 1,35 \text{ m}$$

$$S = 0,0003$$

$$N = 0,013 \text{ (untuk beton)}$$

$$A = (b + mh) h = (0,4 + 1,0 \cdot 0,475) 0,475 = 0,42 \text{ m}^2$$

$$P = b + 2h \sqrt{(1 + m^2)} = 0,4 + 2 \cdot 0,475 \sqrt{(1 + 1^2)} = 1,74 \text{ m}$$

$$R = A/P = 0,42/1,74 = 0,24$$

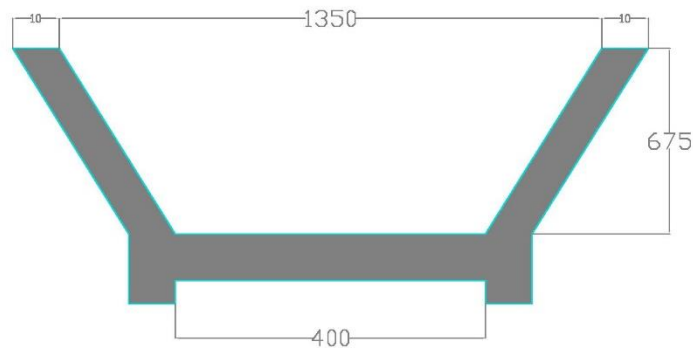
$$Q_{\text{design}} = 1/n R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} = 1/0,013 (0,24^{\frac{2}{3}}) (0,0003^{\frac{1}{2}})$$

$$= 0,162 \text{ m}^3/\text{det} = Q \text{ efisien (OK)}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan berbagai jenis ukuran penampang baik untuk saluran persegi maupun trapezium. Jika digunakan saluran persegi maka dipilih ukuran penampang  $b = 0,95$  dan  $h = 0,48$  m, pemilihan didasarkan pada penampang terbaik persegi dimana  $b = 2h$ . namun jika digunakan penampang trapezium maka dipilih ukuran lebar bawah ( $b$ ) =  $0,4$ , lebar atas ( $B$ ) =  $1,35$  dan  $h = 0,475$ , pemilihan ini didasarkan pada bentuk saluran alami yang rata-rata memiliki lebar  $\pm 1,3 - 1,6$  m.

Untuk perubahan bentuk penampang pada saluran irigasi Kairatu I, dipilih saluran dengan bentuk trapezium karena dari segi ekomis penampang trapezium lebih menghemat biaya untuk *cut and fill* serta lahan yang digunakan.

Selain itu dibutuhkan Tinggi jagaan atau freeboard yang merupakan jarak vertikal dari puncak saluran ke permukaan air sehingga dapat mencegah kenaikan muka air yang melimpah ke tepi saluran. Untuk perencanaan perubahan saluran diambil tinggi jagaan =  $0,2$  m sesuai dengan teori dimana untuk debit  $< 0,5$  diambil tinggi jagaan =  $0,2$  m. Berikut ini merupakan sketsa penampang saluran untuk saluran tersier dengan menggunakan beton yang dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Bentuk Perencanaan Perubahan Saluran Tersier

#### 4.4 Perhitungan Evapotranspirasi Potensial

Perhitungan evapotranspirasi potensial dilakukan berdasarkan data-data sekunder yang di dapatkan dari staiun klimatologi Pattimura, Ambon dengan posisi  $03^{\circ} 42''$  LS dan  $128^{\circ} 05^{\circ}$  BT dengan ketinggian 15.4 meter (50.5ft) diatas permukaan laut. Pada lokasi studi tidak terdapat stasiun klimatologi maka stasiun terdekat yang digunakan adalah stasiun Pattimura kota Ambon. Data-data yang diperlukan berupa data temperature udara, kelembaban relative, lama penyinaran matahari dan kecepatan angin. Berikut merupakan data yang digunakan untuk perhitungan evapotranspirasi potensial selama 11 tahun dari tahun 2005- 2015 yang dapat dilihat pada tabel 4.17-4.20.

Tabel 4.17 Data Temperatur Udara Satsiun BMKG Pattimura

Tahun	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
2015	27.5	27	27.2	26.8	26.5	25.4	24.9	24.7	25.4	26.1	27.9	28.8
2014	27.2	27.1	27.5	27.2	26.9	26	25.7	25.1	25.5	26.3	27.5	27.4
2013	27.2	27	27.7	27.1	26.7	26.1	24.7	24.9	25.8	26.8	27.2	27.2
2012	27.2	27	26.7	26.7	26.1	25.3	25.3	24.8	25.7	26.5	27.5	27.6
2011	26.6	26.3	26.6	26.7	25.7	25.5	25.2	25.1	25.5	26.6	27.5	27.5
2010	27.3	27.7	27.6	27.3	27	25.9	25.8	25.6	26.2	26.9	26.8	26.7
2009	26.8	26.9	26.4	26.9	26.5	25.5	25.2	25.3	25.8	26.4	26.9	27.3
2008	26.5	26.6	26.3	26.1	25.6	25.3	24.9	24.8	25.4	26.6	27	26.8
2007	28.3	27.7	27.1	27	26.4	25.9	24.9	24.6	25.2	26.3	26.9	26.9
2006	27	26.9	27.2	26.7	26.3	25	25.1	24.8	25	25.7	26.9	27.6
2005	27.5	27.5	27.8	26.4	25.7	25.8	25.4	25.2	25.6	26.3	27	26.6
Total	299.1	297.7	298.1	294.9	289.4	281.7	277.1	274.9	281.1	290.5	299.1	300.4
Rata-Rata	29.91	29.77	29.81	29.49	28.94	28.17	27.71	27.49	28.11	29.05	29.91	30.04

Sumber : Stasiun BMKG Pattimura



Tabel 4.18 Data Kelembaban Relativ Satsiun BMKG Pattimura

Tahun	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
2015	80	80	80	82	84	91	89	88	83	84	80	74
2014	82	80	80	84	85	89	85	86	84	84	81	83
2013	85	87	82	85	86	88	91	88	85	83	81	83
2012	82	83	84	86	89	90	89	89	87	85	84	84
2011	85	86	85	87	91	87	87	85	88	85	83	82
2010	82	79	81	84	88	90	90	90	89	85	86	85
2009	84	83	83	84	88	88	87	86	87	85	84	81
2008	85	85	85	83	89	90	89	90	86	87	82	85
2007	79	80	80	87	88	89	86	88	88	87	86	84
2006	82	84	81	84	87	91	87	83	86	82	80	80
2005	76	76	73	80	83	83	83	82	87	87	83	85
Total	902	903	894	926	958	976	963	955	950	934	910	906
Rata-Rata	90.2	90.3	89.4	92.6	95.8	97.6	96.3	95.5	95	93.4	91	90.6

Sumber : Stasiun BMKG Pattimura

Tabel 4.19 Data Lama Penyinaran Satsiun BMKG Pattimura

Tahun	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
2015	48	64	74	63	65	40	52	60	93	80	85	74
2014	44	63	82	62	57	26	50	35	61	80	83	60
2013	51	66	80	58	60	48	12	30	45	73	80	63
2012	60	64	52	75	49	20	26	26	52	85	88	60
2011	61	54	53	57	28	18	29	36	33	83	89	53
2010	49	76	65	67	64	34	41	43	61	62	65	45
2009	57	65	70	68	51	44	30	52	66	80	84	76
2008	66	41	62	59	44	44	15	13	35	62	76	46
2007	59	47	56	51	57	50	14	25	55	75	52	63
2006	48	71	67	60	56	8	29	53	45	60	78	65
2005	57	55	64	44	30	31	32	56	53	58	69	49
Total	600	666	725	664	561	363	330	429	599	798	849	654
Rata-Rata	60	66.6	72.5	66.4	56.1	36.3	33	42.9	59.9	79.8	84.9	65.4

Sumber : Stasiun BMKG Pattimura

Tabel 4.20 Data Kecepatan Angin Stasiun BMKG Pattimura

Tahun	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
2015	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
2014	5	5	5	4	4	4	5	6	5	5	5	4
2013	5	4	5	4	4	4	4	5	5	5	4	4
2012	4	4	4	4	4	4	6	5	4	4	5	5
2011	3	4	3	3	3	5	5	5	5	4	4	4
2010	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4
2009	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4
2008	3	3	3	3	4	4	5	4	3	3	4	3
2007	4	4	5	4	4	4	6	4	4	4	4	4
2006	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	5	4
2005	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	44	44	46	42	41	44	52	50	48	46	48	45
Rata-Rata	4,4	4,4	4,6	4,2	4,1	4,4	5,2	5	4,8	4,6	4,8	4,5

Sumber : Stasiun BMKG Pattimura

Dari data yang diperoleh kemudian dilakukan perhitungan evapotranspirasi potensial dengan menggunakan metode Penman Modifikasi. Berikut merupakan contoh dan langkah-langkah perhitungan evapotranspirasi potensial.

Contoh Perhitungan Evapotranspirasi Penman Modifikasi Bulan Januari :

1. Temperatur rata-rata (data) = 29,91° C
2. Kecepatan Angin ( data ) = 4,4 km/hari
3.  $f(U) = 0,27 (1+U/100) = 0,27 \times ( 1 + 4.4 /100) = 0,282$
4. Penyinaran matahari  $n/N$  ( data ) = 60 %
5. RH ( Relatif humidity / Kelembababn relatif ) (data) = 90,2 %
6.  $e_a$  dari Tabel

interpolasi

$$T : 29 = 40,1$$

$$T : 29,91 = e_a ?$$

$$T : 30 = 42,4$$

$$e_a = 40,1 + \frac{29,91-29}{30-29} \times (42,2 - 40,1) = 42,19 \text{ mbar}$$

$$7. \quad e_d = e_a \times RH/100 = 42,19 \times 90,2/100 = 38,06 \text{ mbar}$$

$$8. \quad e_a - e_d = 42,19 - 38,06 = 4,13 \text{ mbar}$$

$$9. \quad W = ? \text{ (dari Tabel)}$$

$$\text{interpolasi} \quad T : 28 = 0,77$$

$$T : 29,91 = W ?$$

$$T : 30 = 0,78$$

$$W = 0,77 + \frac{29,91-28}{30-28} \times (0,78 - 0,77) = 0,78$$

$$10. \quad (1 - w) \text{ dari Tabel} = (1 - 0,78)$$

$$\text{interpolasi} \quad T : 28 = 0,23$$

$$T : 29,91 = (1-W) ?$$

$$T : 30 = 0,22$$

$$(1 - w) = 0,23 + \frac{29,91-28}{30-28} \times (0,23 - 0,22) = 0,22$$

$$11. \quad R_a \text{ dari Tabel}$$

$$\text{Letak Lintang} : '03^\circ 42' \text{ LS (Stasiun Klimatologi Pattimura)}$$

$$\text{interpolasi} \quad LS : 2 = 15,3$$

$$LS : 3 = Z ?$$

$$LS : 4 = 15,5$$

$$Z = 15,3 + \frac{3-2}{4-2} \times (15,5 - 15,3) = 15,4 \text{ mm/hari}$$

$$12. \quad R_s = (0,25 + 0,5 \text{ n/N}) R_a = (0,25 + 0,5 \times 60/100) \times 15,4 = 8,47$$

$$13. \quad R_{ns} = (1 - \alpha) R_s ; \alpha = 0,25 = (1 - 0,25) \times 8,47 = 6,35$$

$$14. \quad f(t) = \sigma T_k^4 \text{ (dari tabel)}$$

$$\text{interpolasi} T : \quad T : 28 = 16,03$$

$$T : 29,91 = f(t) = \sigma T_k^4 ?$$

$$T : 30 = 16,07$$

$$f(t) = \sigma T_k^4 = 16,03 + \frac{29,91-28}{30-28} \times (16,07 - 16,03) = 16,07$$

$$15. \quad f(e_d) = 0,34 - 0,044 \times e_d^{0,5} = 0,34 - 0,044 \times 38,06^{0,5} = 0,07$$

$$16. \quad f(n/N) = (0,1 + 0,9 \times n/N) = (0,1 + 0,9 \times 60 / 100) = 0,64 \text{ (dari Tabel)}$$

$$17. \quad R_{n1} = f(T) \cdot f(e_d) \cdot f(n/N) = 16,07 \times 0,07 \times 0,64 = 0,71 \text{ mm/hari}$$

18.  $R_n = R_{ns} - R_{n1} = 6,35 - 0,71 = 5,64 \text{ mm/hari}$
19.  $u = \text{kec. angin (mm/hari)} \times (1000 / (24 \times 60 \times 60))$   
 $= 4,4 \times (1000 / (24 \times 60 \times 60)) = 0,05 \text{ m/det}$
20.  $U \text{ siang/ } U \text{ malam} = 1,00$
21.  $C \text{ (konstanta)} = 1,10 \text{ (dari tabel)}$
22.  $ET_o = C. (W.R_n + (1-W)(e_a - e_d).f(U)) = 1,10 \times (0,78 \times 5,64 + 0,22 \times (4,13) \times 0,282) = 5,13 \text{ mm/hari}$
23.  $ET_o \text{ mm/bulan} = 5,13 \times 31 = 158,89 \text{ mm/bulan}$

Hasil perhitungan evapotranspirasi potensial dengan menggunakan metode penman modifikasi dapat dilihat lebih jelas pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Hasil Perhitungan Evapotranspirasi

KET	Satuan	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
Temperatur Rata-Rata	°C	29.91	29.77	29.81	29.49	28.94	28.17	27.71	27.49	28.11	29.05	29.91	30.04
Kecapataam Angin (km/hari)	Km/hari	4.4	4.4	4.6	4.2	4.1	4.4	5.2	5	4.8	4.6	4.8	4.5
Fungsi Angin (f(u))	Km/hari	0.282	0.282	0.282	0.281	0.281	0.282	0.284	0.284	0.283	0.282	0.283	0.282
Penyinaran Matahari (n/N)	%	60	66.6	72.5	66.4	56.1	36.3	33	42.9	59.9	79.8	84.9	65.4
Kelembaban Relatif (RH)	%	90.2	90.3	89.4	92.6	95.8	97.6	96.3	95.5	95	93.4	91	90.6
Tekanan Uap Jenuh (ea) (Tabel 4.7)	mbar	42.19	41.87	41.96	41.23	39.96	38.19	37.19	36.73	40.35	40.22	41.36	42.50
Tekanan Uap Nyata (ed)	mbar	38.06	37.81	37.51	38.18	38.28	37.27	35.81	35.08	38.34	37.56	37.64	38.51
Perbedaan Tekanan Uap (ea-ed)	mbar	4.13	4.06	4.45	3.05	1.68	0.92	1.38	1.65	2.02	2.65	3.72	4.00
Faktor Pemberat (w)		0.78	0.78	0.78	0.78	0.77	0.77	0.77	0.76	0.77	0.78	0.78	0.78
Faktor Pembobot (1-w)		0.22	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	0.24	0.23	0.22	0.22	0.22
Letak Lintang		1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
Radiasi ekstra Terrestrial (Ra)	mm/hari	15.40	15.75	15.65	15.00	13.95	13.30	13.55	14.40	15.15	15.55	15.40	15.25
Radiasi Gelombang Pendek (Rs)	mm/hari	8.47	9.18	9.59	8.73	7.40	5.74	5.62	6.69	8.32	10.09	10.39	8.80
Radiasi Netto Gelombang Pendek (Rns)	mm/hari	6.35	6.89	7.19	6.55	5.55	4.30	4.22	5.02	6.24	7.57	7.79	6.60
Fungsi Suhu (f(t))		16.07	16.07	16.07	16.06	16.05	16.03	16.02	16.02	16.03	16.05	16.07	16.07
Fungsi Tekanan Uap Nyata (f(ed))		0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07
Fungsi Penyinaran (f(n/N))		0.64	0.70	0.75	0.70	0.60	0.43	0.40	0.49	0.64	0.82	0.86	0.69
Radiasi netto Gelombang Panjang (Rn1)	mm/hari	0.71	0.78	0.85	0.76	0.66	0.49	0.49	0.62	0.69	0.92	0.97	0.74
Radiasi Netto (Rn) = Rns - Rn1	mm/hari	5.65	6.11	6.34	5.78	4.89	3.82	3.73	4.40	5.55	6.65	6.82	5.86
u	m/det	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05
U siang/ U malam		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Faktor Koreksi (C)		1.1	1.1	1	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1.1	1.1	1.1	1.1
$ETo = C. (W.Rn + (1-W)(ea-ed).f(U))$	mm/hari	5.13	5.51	5.21	4.22	3.51	2.70	2.66	3.47	4.85	5.85	6.10	5.30
	mm/bln	158.89	159.79	161.64	130.79	108.71	83.72	82.36	107.71	150.33	181.42	189.15	164.35

Sumber : Hasil Perhitungan

#### **4.5 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi**

Kebutuhan air irigasi merupakan kebutuhan air yang dibutuhkan oleh tanaman pada suatu periode musim tanam untuk dapat berproduksi secara baik. Umumnya semua tanaman akan terus membutuhkan air selama proses pertumbuhan, namun kebutuhannya bervariasi tergantung dari jenis tanaman yang ada.

Jenis tanaman yang ditanami pada daerah irigasi Kairatu I adalah padi dan polowijo, dimana kebutuhan air untuk setiap jenis tanaman ini dipengaruhi oleh evapotranspirasi potensial, curah hujan efektif, perkolasi, penyiapan lahan, koefisien tanaman dan efisiensi saluran irigasi.

##### **4.5.1 Perhitungan Curah Hujan Efektif**

Curah hujan efektif yang dimanfaatkan oleh tanaman tergantung dari jenis tanaman itu sendiri. Perhitungan curah hujan efektif berdasarkan data curah hujan dengan peluang keandalan 80%. Dimana data hujan yang digunakan pada stasiun Pattimura. Pada lokasi studi terdapat stasiun Kairatu, namun kelengkapan data yang tersedia tidak mendukung untuk melakukan perhitungan, sehingga dipilih stasiun lain yang lebih dekat dengan data yang lebih lengkap yaitu stasiun Pattimura, Kota Ambon.

Dari data curah hujan yang ada selama 12 tahun kemudian dirangking berdasarkan curah hujan terbesar hingga terkecil selama 12 tahun per bulannya mulai dari Januari I – Desember III, kemudian dipilih curah hujan efektif dengan andalan 80% (yang digunakan untuk perhitungan curah hujan efektif padi) dan curah hujan 50% (yang digunakan untuk perhitungan curah hujan efektif polowijo).

Berikut ini merupakan tabel-tabel data hujan selama 12 tahun pada tahun 2004-2015, serta hasil perhitungan curah hujan efektif dengan andalan 80% dan 50% yang dapat dilihat pada tabel 4.22 dan 4.23.

Tabel 4.22 Data curah hujan stasiun Pattimura (Tahun 2004-2015)

Bulan		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total	Rata-Rata
Januari	I	0	91	72	69	166	86	25	9	51	31	167	71	838	76.17
	II	1	44	48	9	51	73	96	75	36	126	41	32	632	57.46
	III	1	17	59	63	36	33	44	144	13	95	99	56	659	59.94
Februari	I	0	31	54	78	116	13	16	110	23	57	0	85	581	52.84
	II	0	14	85	24	41	52	17	36	45	64	80	30	487	44.25
	III	0	51	98	2	49	25	0	56	52	74	99	81	587	53.36
Maret	I	0	48	48	4	18	78	47	45	187	10	15	85	586	53.28
	II	5	4	11	29	15	20	51	10	56	66	42	21	331	30.05
	III	0	148	60	45	45	0	11	71	55	2	4	14	453	41.20
April	I	31	128	22	72	74	22	40	28	7	35	72	29	561	50.97
	II	80	65	49	18	160	49	29	25	41	102	65	136	816	74.20
	III	121	81	99	206	37	45	44	187	33	30	18	134	1034	93.99
Mei	I	218	191	62	184	124	48	170	134	179	127	65	63	1565	142.23
	II	46	81	101	13	212	106	165	573	70	128	98	66	1657	150.65
	III	37	268	216	57	308	205	19	761	659	140	254	52	2976	270.53
Juni	I	112	17	483	196	229	100	169	314	490	114	159	230	2613	237.51
	II	274	30	468	354	239	37	509	129	342	188	131	342	3042	276.56
	III	98	118	435	504	269	92	156	248	420	57	93	148	2637	239.74
Juli	I	116	276	31	52	479	171	124	195	295	201	198	5	2142	194.75
	II	31	156	65	78	220	79	411	172	583	573	15	46	2428	220.73
	III	40	103	189	61	196	82	201	327	280	1149	13	76	2717	247.04
Agustus	I	3	0	50	42	408	12	381	177	420	358	200	13	2065	187.72
	II	0	135	16	185	574	56	263	42	46	122	160	6	1605	145.89
	III	21	98	4	140	315	10	204	105	173	149	138	51	1408	128.01
September	I	14	14	31	107	590	40	60	184	66	257	10	3	1376	125.08
	II	86	43	116	221	48	57	133	116	146	82	13	0	1063	96.60
	III	100	51	4	20	132	37	21	3	41	20	94	0	523	47.55
Oktober	I	110	138	3	7	65	98	67	60	118	0	59	12	736	66.93
	II	0	40	3	116	67	92	7	41	13	64	50	0	492	44.74
	III	29	25	1	108	82	2	33	42	5	65	19	55	466	42.35
Nopember	I	0	0	0	36	74	74	66	7	25	53	23	4	361	32.81
	II	4	40	4	30	17	5	15	1	1	35	2	6	159	14.46
	III	24	104	14	52	29	1	65	37	0	4	7	5	341	31.01
Desember	I	6	8	0	57	75	17	56	50	15	14	40	0	337	30.66
	II	0	69	0	73	53	42	119	8	12	131	4	60	571	51.92
	III	20	130	141	102	102	51	101	89	52	76	93	58	1015	92.25

Sumber : Stasiun BMKG Pattimura

Tabel 4.23 Curah hujan efektif dengan andalan 80% dan 50%

		Re 50%						Re 80%					
Bulan		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Januari	I	167	166	91	86	72	71	69	51	31	25	9	0
	II	126	96	75	73	51	48	44	41	36	32	9	1
	III	144	99	95	63	59	56	44	36	33	17	13	1
Februari	I	116	110	85	78	57	54	31	23	16	13	0	0
	II	85	80	64	52	45	41	36	30	24	17	14	0
	III	99	98	81	74	56	52	51	49	25	2	0	0
Maret	I	187	85	78	48	48	47	45	18	15	10	4	0
	II	66	56	51	42	29	21	20	15	11	10	5	4
	III	148	71	60	55	45	45	14	11	4	2	0	0
April	I	128	74	72	72	40	35	31	29	28	22	22	7
	II	160	136	102	80	65	65	49	49	41	29	25	18
	III	206	187	134	121	99	81	45	44	37	33	30	18
Mei	I	218	191	184	179	170	134	127	124	65	63	62	48
	II	573	212	165	128	106	101	98	81	70	66	46	13
	III	761	659	308	268	254	216	205	140	57	52	37	19
Juni	I	490	483	314	230	229	196	169	159	114	112	100	17
	II	509	468	354	342	342	274	239	188	131	129	37	30
	III	504	435	420	269	248	156	148	118	98	93	92	57
Juli	I	479	295	276	201	198	195	171	124	115	52	31	5
	II	583	573	411	220	172	156	79	78	65	46	31	15
	III	1149	327	280	201	196	189	103	82	76	61	40	13
Agustus	I	420	408	381	358	200	177	50	42	13	12	3	0
	II	574	263	185	160	135	122	56	46	42	16	6	0
	III	315	204	173	149	140	138	105	98	51	21	10	4
September	I	590	257	184	107	66	60	40	31	14	14	10	3
	II	221	146	133	116	116	86	82	57	48	43	13	0
	III	132	100	94	51	41	37	21	20	20	4	3	0
Oktober	I	138	118	110	98	67	65	60	59	12	7	3	0
	II	116	92	67	64	50	41	40	13	7	3	0	0
	III	108	82	65	55	42	33	29	25	19	5	2	1
Nopember	I	74	74	66	53	36	25	23	7	4	0	0	0
	II	40	35	30	17	15	6	5	4	4	2	1	1
	III	104	65	52	37	29	24	14	7	5	4	1	0
Desember	I	75	57	56	50	40	17	15	14	8	6	0	0
	II	131	119	73	69	60	53	42	12	8	4	0	0
	III	141	130	102	102	101	93	89	76	58	52	51	20

Sumber : Hasil Perhitungan



#### 4.5.1.1 Perhitungan Curah Hujan Efektif Untuk Padi

Curah hujan efektif untuk padi dihitung dengan menggunakan rumusan (11) dengan curah hujan efektif 80%/10 harian x 70%.

Berikut ini merupakan hasil perhitungan curah hujan efektif untuk padi yang dapat dilihat pada tabel 4.24.

Tabel 4.24 Curah Hujan Efektif Padi

Bulan	Periode	Re80	Re Padi
		(mm/10hari)	mm/hr
1	2	3	4
Jan	I	25	1.74
	II	32	2.24
	III	17	1.19
Feb	I	23	1.58
	II	17	1.19
	III	2	0.14
Maret	I	10	0.70
	II	10	0.70
	III	2	0.13
April	I	22	1.54
	II	29	2.03
	III	33	2.31
Mei	I	63	4.41
	II	66	4.62
	III	52	3.64
Jun	I	112	7.84
	II	129	9.03

	III	93	6.51
Jul	I	52	3.64
	II	46	3.22
	III	61	4.27
Agst	I	12	0.84
	II	16	1.12
	III	21	1.47
Sep	I	14	0.98
	II	43	3.01
	III	4	0.28
Okt	I	7	0.49
	II	3	0.21
	III	5	0.35
Nov	I	0	0.00
	II	2	0.14
	III	4	0.25
Des	I	6	0.42
	II	4	0.28
	III	52	3.64

*Sumber : Hasil Perhitungan*

#### **4.5.1.2 Perhitungan Curah Hujan Efektif Untuk Polowijo**

Curah hujan efektif untuk tanaman palawija, dihitung dengan menggunakan Metode FAO. Perhitungan ini didasarkan atas hubungan antara besarnya ETo bulanan dan curah hujan bulanan serta air tanah yang siap digunakan, dimana kondisi ini tergantung jenis tanah yang ada. Berikut ini merupakan hasil perhitungan curah hujan efektif untuk tanaman polowijo yang dapat dilihat pada tabel 4.25.

Tabel 4.25 Curah Hujan Efektif Polowijo

Bulan	Periode	Re50 (mm/10hari)	D	fD	Eto	Re Pol
						mm/hari
1	2	3	4	5	6	7
Jan	I	71	40	0.54	4.80	2.15
	II	48	40	0.54	4.80	1.51
	III	56	40	0.54	4.80	1.74
Feb	I	54	40	0.54	5.22	1.68
	II	41	40	0.54	5.22	1.31
	III	52	40	0.54	5.22	1.63
Maret	I	47	40	0.54	5.00	1.48
	II	21	40	0.54	5.00	0.68
	III	45	40	0.54	5.00	1.42
April	I	35	40	0.54	4.13	1.13
	II	65	40	0.54	4.13	1.98
	III	81	40	0.54	4.13	2.41
Mei	I	134	40	0.54	3.51	3.72
	II	101	40	0.54	3.51	2.92
	III	216	40	0.54	3.51	5.59
Jun	I	196	40	0.54	2.74	5.14
	II	274	40	0.54	2.74	6.83
	III	156	40	0.54	2.74	4.23
Jul	I	195	40	0.54	2.66	5.12
	II	156	40	0.54	2.66	4.23
	III	189	40	0.54	2.66	4.99
Agst	I	177	40	0.54	3.45	4.72
	II	122	40	0.54	3.45	3.43
	III	138	40	0.54	3.45	3.82

Sep	I	60	40	0.54	4.76	1.85
	II	86	40	0.54	4.76	2.54
	III	37	40	0.54	4.76	1.19
Okt	I	65	40	0.54	5.66	1.99
	II	41	40	0.54	5.66	1.31
	III	33	40	0.54	5.66	1.07
Nov	I	25	40	0.54	5.81	0.82
	II	6	40	0.54	5.81	0.14
	III	24	40	0.54	5.81	0.78
Des	I	17	40	0.54	4.97	0.55
	II	53	40	0.54	4.97	1.65
	III	93	40	0.54	4.97	2.72

Sumber : Hasil Perhitungan

Berikut ini merupakan contoh perhitungan curah hujan efektif untuk tanaman polowijo pada bulan januari I :

1. Dari tabel nilai D untuk jenis tanaman didapatkan kedalaman air tanah siap pakai dimana nilai ini tergantung jenis tanah dilapangan. Berdasarkan data proyek DED Pengendalian banjir sungai Riuapa kabupaten seram bagian barat diketahui jenis tanah pada daerah irigasi Kairatu I adalah latosol dimana jenis tanah ini merupakan jenis tanah yang terdiri dari bebatuan, sehingga air tanah yang siap pakai termasuk dalam kategori Kasar untuk tanaman jagung = 40 mm
2. Hitung  $fD = 0,53 + (0,00016 \times 10^{-5} \times 0^2) + (2,32 \times 10^{-7} \times D^3)/nh$   
 $= 0,53 + (0,00016 \times 10^{-5} \times 0^2) + (2,32 \times 10^{-7} \times 40^3)/nh$   
 $= 0,54$
3. Hitung Re Polowijo  $= fD \times (1,25 \times R50^{0,824} - 2,93) \times 10^{0,00095 \times Eto}$   
 $= 0,54 \times (1,25 \times 71^{0,824} - 2,93) \times 10^{0,00095 \times 5,13}$   
 $= 2,15$

#### 4.5.2 Perkolasi

Nilai perkolasi yang disyaratkan sesuai dengan teori KP-01 berkisar antara 1-3mm/hari tergantung dengan jenis tanah pada lokasi. Pada daerah irigasi Kairatu I jenis tanah yang ada adalah latosol dimana jenis tanah ini termasuk dengan jenis tanah yang mengandung bebatuan kecil, kerikil dan pasir karena berasal dari hasil letusan gunung berapi, sehingga nilai perkolasi yang diambil adalah sebesar 3mm sesuai dengan jenis tanah pada lokasi penelitian yaitu latosol.

#### 4.5.3 Pengolahan Tanah dan Penyiapan Lahan

Pengolahan tanah dan penyiapan lahan merupakan langkah yang pertama dibutuhkan untuk proses penanaman. Setiap jenis tanaman membutuhkan pengolahan tanah yang berbeda-beda. Untuk tanaman padi membutuhkan air yang lebih banyak, baik untuk penyiapan maupun proses tanam, sedangkan untuk tanaman polowijo tidak membutuhkan jumlah air yang banyak, sehingga untuk tanaman polowijo tidak dibutuhkan air untuk penyiapan lahan.

Pengolahan tanah ini memerlukan waktu antara 20-30 hari sebelum masa tanam, dimulai pada minggu pertama sebelum kegiatan pertanian dimulai diberikan air secukupnya yang digunakan untuk kegiatan pengolahan tanah yang dipengaruhi juga oleh evapotranspirasi potensial, yang dapat dilihat pada perhitungan berikut ini :

$$E_o = E_{to} \times 1,1 = 5,13 \times 1,1 = 5,64 \text{ mm/hari}$$

$$P = 3 \text{ mm/hari}$$

$$M = E_o + P = 5,64 + 3 = 8,64$$

$$S = \text{kebutuhan air untuk penjemuran ditambah dengan } 50 \text{ mm}$$

$$= 200 + 50 = 250 \text{ mm}$$

$$K = (M \times T) / S = (8,64 \times 31) / 250 = 1,07$$

$$LP = M \cdot e^k / (e^k - 1) = 8,64 \times e^{1,07} / (e^{1,07} - 1) = 13,14 \text{ mm/hari}$$

Berikut ini merupakan hasil perhitungan untuk penyiapan lahan yang dapat dilihat pada tabel 4.26.

Tabel 4.26 Perhitungan Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan

KET	Satuan	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
Eto	mm/hari	5.13	5.51	5.21	4.36	3.51	2.79	2.66	3.47	5.01	5.85	6.30	5.30
$E_o = E_{to} \times 1.1$	mm/hari	5.64	6.06	5.74	4.80	3.86	3.07	2.92	3.82	5.51	6.44	6.94	5.83
P	mm/hari	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
$M = E_o + P$	mm/hari	8.64	9.06	8.74	7.80	6.86	6.07	5.92	6.82	8.51	9.44	9.94	8.83
T	hari	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
S	mm/hari	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
$k = MT/S$		1.07	1.05	1.08	0.94	0.85	0.73	0.73	0.85	1.02	1.17	1.19	1.10
LP	mm/hari	13.14	13.93	13.21	12.83	11.97	11.73	11.39	11.95	13.30	13.68	14.27	13.27
	l/det/ha	1.52	1.61	1.53	1.48	1.39	1.36	1.32	1.38	1.54	1.58	1.65	1.54

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

Eto : Evapotranspirasi potensial (mm/hari)

Eo : Evaporasi Potensial (mm/hari)

P : Perkolasi (3 mm/hari)

T : Waktu Pengolahan (hari)

S : Kebutuhan untuk penjenjuran lapisan atas

LP : Kebutuhan untuk pengolahan (mm/hari)

1/8,64 : Angka konversi satuan dari mm/hari ke lt/det/ha

#### 4.6. Efisiensi Irigasi

Efisiensi irigasi merupakan kemampuan saluran untuk mengalirkan air hingga sampai ke petak sawah, mulai dari saluran primer, sekunder hingga tersier. Besarnya efisiensi irigasi dipengaruhi oleh jumlah air yang hilang di sepanjang perjalanan menuju petak sawah yang disebabkan karena berbagai hal seperti evaporasi maupun rembesan.

Besarnya efisiensi saluran irigasi pada daerah irigasi kairatu I dapat dilihat pada perhitungan sebelumnya pada tabel 4.14.

#### 4.7. Pola Tanam

Pada daerah irigasi kairatu I terdapat dua jenis tanaman yang ditanam pada setiap musim tanam, yaitu padi dan polowija. Pada setiap pola tanam mulai dari Musim hujan (Januari-April), musim kering I (mei-agustus) dan musim kering II (September-desember) menggunakan pola tanam yang sama dengan kombinasi luasan sawah yang berbeda. Berikut merupakan table pola tanam eksisting pada daerah irigasi kairatu I yang dapat dilihat pada tabel 4.27.

Tabel 4.27 Pola Tanam Daerah Irigasi Kairatu I

No.	Musim Tanam Satu Tahun Terakhir	LUAS TANAM		
		Padi	Palawija	Lain-lain
1	2	3	4	5
	MUSIM TANAM I	625	35	
	MUSIM TANAM I	600	60	
	MUSIM TANAM I	300	360	

*Sumber : Dinas Pengairan Provinsi Maluku*

#### 4.8. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi

Untuk mencari kebutuhan air irigasi pada daerah irigasi Kairatu I dilakukan berdasarkan data pola tanam eksisting yang tersedia kemudian dihitung kebutuhan air setiap tanaman yang dipengaruhi oleh factor pengolahan tanah, perkolasi, curah hujan

efektif, evapotranspirasi, koefisien tanaman, efisiensi irigasi dan faktor-faktor lain yang telah dijelaskan sebelumnya.

Berikut ini merupakan kebutuhan air irigasi untuk tanaman padi dan polowija untuk kondisi eksisting yang dapat dilihat pada tabel 4.28 dan 4.29.



Tabel 4.28 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Untuk Tanaman Padi (Kondisi Eksisting)

Musim	Bulan	Periode	Eto	Re 80%	Padi											
					Re	P	WLR	Koef Tanaman				Etc	NFR		DR	IR (Musim Tanam)
				mm/hari	mm/hari	mm/hari	mm/hari	C1	C2	C3	C	mm/hari	mm/hari	l/det/ha	l/det/ha	l/det
Hujan	Jan	I	5.13	25	1.74	3		LP	LP	LP	LP	13.14	14	1.67	2.22	1389.29
		II	5.13	32	2.24	3		1.10	LP	LP	LP	13.14	14	1.61	2.15	1340.68
		III	5.13	17	1.19	3		1.10	1.10	LP	LP	13.14	15	1.73	2.31	1441.95
	Feb	I	5.51	13	0.91	3	1.1	1.10	1.10	1.10	1.10	6.06	9	1.07	1.43	892.27
		II	5.51	17	1.19	3	1.1	1.05	1.10	1.10	1.08	5.97	9	1.03	1.37	856.41
		III	5.51	2	0.14	3	1.1	1.05	1.05	1.10	1.07	5.88	10	1.14	1.52	948.82
	Mar	I	5.21	10	0.70	3	1.1	1.05	1.05	1.05	1.05	5.48	9	1.03	1.37	856.00
		II	5.21	10	0.70	3	1.1	0.95	1.05	1.05	1.02	5.30	9	1.01	1.34	839.24
		III	5.21	2	0.13	3	1.1	0.70	0.95	1.05	0.90	4.69	9	1.00	1.34	835.92
	Apr	I	4.22	22	1.54	3		0.00	0.70	0.95	0.55	2.32	4	0.44	0.58	364.63
		II	4.22	29	2.03	3		0.00	0.00	0.70	0.23	0.98	2	0.23	0.30	188.51
		III	4.22	33	2.31	3				0.00	0.00	0.00	1	0.08	0.11	63.89
Kemarau I	Mei	I	3.51	63	4.41	3		LP	LP	LP	LP	11.97	11	1.22	1.63	978.10
		II	3.51	66	4.62	3		1.10	LP	LP	LP	11.97	10	1.20	1.60	958.66
		III	3.51	52	3.64	3		1.10	1.10	LP	LP	11.97	11	1.31	1.75	1049.40
	Juni	I	2.70	112	7.84	3	1.1	1.10	1.10	1.10	1.10	2.97	0	0.00	0.00	0.00
		II	2.70	129	9.03	3	1.1	1.05	1.10	1.10	1.08	2.93	0	0.00	0.00	0.00
		III	2.70	93	6.51	3	1.1	1.05	1.05	1.10	1.07	2.88	0	0.05	0.07	43.58
	Juli	I	2.66	52	3.64	3	1.1	1.05	1.05	1.05	1.05	2.79	3	0.38	0.50	300.90
		II	2.66	46	3.22	3	1.1	0.95	1.05	1.05	1.02	2.70	4	0.41	0.55	331.58
		III	2.66	61	4.27	3	1.1	0.70	0.95	1.05	0.90	2.39	2	0.26	0.34	205.66
	Agst	I	3.47	12	0.84	3		0.00	0.70	0.95	0.55	1.91	4	0.47	0.63	376.94
		II	3.47	16	1.12	3			0.00	0.70	0.23	0.81	3	0.31	0.42	249.14
		III	3.47	21	1.47	3				0.00	0.00	0.00	2	0.18	0.24	141.67
Kemarau II	Sep	I	4.85	14	0.98	3		LP	LP	LP	LP	13.30	15	1.77	2.36	709.34
		II	4.85	43	3.01	3		1.10	LP	LP	LP	13.30	13	1.54	2.05	615.36
		III	4.85	4	0.28	3		1.10	1.10	LP	LP	13.30	16	1.85	2.47	741.75
	Okt	I	5.85	7	0.49	3	1.1	1.10	1.10	1.10	1.10	6.44	10	1.16	1.55	465.16
		II	5.85	3	0.21	3	1.1	1.05	1.10	1.10	1.08	6.34	10	1.18	1.58	473.61
		III	5.85	5	0.35	3	1.1	1.05	1.05	1.10	1.07	6.24	10	1.16	1.54	462.61
	Nov	I	6.10	0	0.00	3	1.1	1.05	1.05	1.05	1.05	6.41	11	1.22	1.62	486.42
		II	6.10	2	0.14	3	1.1	0.95	1.05	1.05	1.02	6.20	10	1.18	1.57	470.52
		III	6.10	4	0.25	3	1.1	0.70	0.95	1.05	0.90	5.49	9	1.08	1.44	432.70
	Des	I	5.30	6	0.42	3		0.00	0.70	0.95	0.55	2.92	5	0.64	0.85	254.44
		II	5.30	4	0.28	3			0.00	0.70	0.23	1.24	4	0.46	0.61	183.20
		III	5.30	52	3.64	3				0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.29 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Untuk Tanaman Polowijo (Kondisi Eksisting)

Musim	Bulan	Periode	Eto	Re 50%	Polowijo										
					Re	P	Koef Tanaman				Etc	NFR		DR	IR (Musim Tanam)
					mm/hari	mm/hari	C1	C2	C3	C	mm/hari	mm/hari	l/det/ha	l/det/ha	l/det
Hujan	Jan	I	5.13	71	2.15	3	0.5	0	0	0.17	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00
		II	5.13	48	1.51	3	0.73	0.5	0	0.41	2.10	0.59	0.07	0.09	3.19
		III	5.13	56	1.74	3	0.95	0.73	0.5	0.73	3.72	1.99	0.23	0.31	10.73
	Feb	I	5.51	54	1.68	3	0.96	0.95	0.73	0.88	4.85	3.17	0.37	0.49	17.10
		II	5.51	41	1.31	3	1.00	0.96	0.95	0.97	5.34	4.04	0.47	0.62	21.80
		III	5.51	52	1.63	3	1.05	1.00	0.96	1.00	5.53	3.90	0.45	0.60	21.07
	Mar	I	5.21	47	1.48	3	1.02	1.05	1.00	1.02	5.34	3.85	0.45	0.59	20.81
		II	5.21	21	0.69	3	0.99	1.02	1.05	1.02	5.32	4.63	0.54	0.72	25.03
		III	5.21	45	1.42	3	0.95	0.99	1.02	0.99	5.14	3.72	0.43	0.57	20.09
	Apr	I	4.22	35	1.13	3	0.00	0.95	0.99	0.65	2.73	1.60	0.19	0.25	8.66
		II	4.22	65	1.98	3	0.00	0.00	0.95	0.32	1.34	0.00	0.00	0.00	0.00
		III	4.22	81	2.41	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kemarau I	Mei	I	3.51	134	3.72	3	0.5	0	0	0.17	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00
		II	3.51	101	2.92	3	0.73	0.5	0	0.41	1.44	0.00	0.00	0.00	0.00
		III	3.51	216	5.59	3	0.95	0.73	0.5	0.73	2.55	0.00	0.00	0.00	0.00
	Juni	I	2.70	196	5.14	3	0.96	0.95	0.73	0.88	2.38	0.00	0.00	0.00	0.00
		II	2.70	274	6.83	3	1.00	0.96	0.95	0.97	2.62	0.00	0.00	0.00	0.00
		III	2.70	156	4.23	3	1.05	1.00	0.96	1.00	2.71	0.00	0.00	0.00	0.00
	Juli	I	2.66	195	5.12	3	1.02	1.05	1.00	1.02	2.72	0.00	0.00	0.00	0.00
		II	2.66	156	4.23	3	0.99	1.02	1.05	1.02	2.71	0.00	0.00	0.00	0.00
		III	2.66	189	4.99	3	0.95	0.99	1.02	0.99	2.62	0.00	0.00	0.00	0.00
	Agst	I	3.47	177	4.72	3	0.00	0.95	0.99	0.65	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00
		II	3.47	122	3.43	3	0.00	0.00	0.95	0.32	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00
		III	3.47	138	3.82	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kemarau II	Sep	I	4.85	60	1.85	3	0.5	0	0	0.17	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00
		II	4.85	86	2.54	3	0.73	0.5	0	0.41	1.99	0.00	0.00	0.00	0.00
		III	4.85	37	1.19	3	0.95	0.73	0.5	0.73	3.52	2.34	0.27	0.36	129.80
	Okt	I	5.85	65	1.99	3	0.96	0.95	0.73	0.88	5.15	3.16	0.37	0.49	175.61
		II	5.85	41	1.31	3	1.00	0.96	0.95	0.97	5.68	4.37	0.51	0.67	242.62
		III	5.85	33	1.07	3	1.05	1.00	0.96	1.00	5.87	4.80	0.56	0.74	266.84
	Nov	I	6.10	25	0.82	3	1.02	1.05	1.00	1.02	6.24	5.43	0.63	0.84	301.47
		II	6.10	6	0.14	3	0.99	1.02	1.05	1.02	6.22	6.08	0.70	0.94	337.96
		III	6.10	24	0.79	3	0.95	0.99	1.02	0.99	6.02	5.24	0.61	0.81	290.84
	Des	I	5.30	17	0.55	3	0.00	0.95	0.99	0.65	3.43	2.88	0.33	0.44	159.91
		II	5.30	53	1.65	3	0.00	0.00	0.95	0.32	1.68	0.02	0.003	0.004	1.37
		III	5.30	93	2.72	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

Re 80% : Curah hujan dengan peluang keandalan 80%

Re 50 % : Curah hujan dengan peluang keandalan 50%

Re : Curah hujan efektif untuk tanaman padi/polowijo

C1,C2,C3 : Koefisien tanaman

C : Rata-rata koefisien tanaman

Etc : Evapotranspirasi potensial masing-masing tanaman (mm/hari)

NFR padi :  $L_p$  (untuk masa *land preparation*)

NFR padi :  $Etc + P + WLR - Re \text{ Padi}$

NFR Pol :  $Etc - Re \text{ Pol}$

DR padi :  $NFR / \text{Efisiensi irigasi total}$

DR Pol :  $NFR / \text{Efisiensi irigasi total}$

IR Padi :  $DR \times \text{Luasan lahan padi } (A_{\text{padi}})$

IR Pol :  $DR \times \text{Luasan lahan padi } (A_{\text{pol}})$

Untuk membandingkan antara kemampuan saluran dengan efisiensi eksisting dan efisiensi setelah dilakukan *lining* maka perhitungan kebutuhan air dilakukan dua kali dengan mengasumsikan jumlah air yang tersedia di intake sesuai dengan ketersediaan air eksisting yang didapat dari pola tanam yang ada. Yang dibedakan hanya efisiensi irigasi setelah dilining agar dapat diketahui berapa besar peningkatan luas lahan dan keuntungan setelah dilakukan *lining*.

Berikut ini merupakan hasil perhitungan untuk kebutuhan air baik untuk padi maupun polowijo dengan jumlah air yang tersedia sesuai dengan kondisi eksisting, tetapi

dengan efisiensi saluran irigasi yang berbeda setelah dilakukan *lining* yang dapat dilihat pada tabel 4.30 dan 4.31.

Tabel 4.30 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Pada Pengambilan Intake Untuk Tanaman Padi (Setelah *Lining*)

Musim	Bulan	Periode	IR (Musim Tanam)	Eff	NFR	DR
			l/det		l/det	l/det/ha
Hujan	Jan	I	1389.29	0.80	1.67	2.10
		II	1343.86	0.80	1.61	2.02
		III	1452.68	0.80	1.73	2.17
	Feb	I	909.37	0.80	1.07	1.35
		II	878.21	0.80	1.03	1.29
		III	969.90	0.80	1.14	1.43
	Mar	I	876.81	0.80	1.03	1.29
		II	864.26	0.80	1.01	1.27
		III	856.02	0.80	1.00	1.26
	Apr	I	373.29	0.80	0.44	0.55
		II	188.51	0.80	0.23	0.28
		III	63.89	0.80	0.08	0.10
Kemarau I	Mei	I	978.10	0.80	1.22	1.54
		II	958.66	0.80	1.20	1.51
		III	1049.40	0.80	1.31	1.65
	Juni	I	0.00	0.80	0.00	0.00
		II	0.00	0.80	0.00	0.00
		III	43.58	0.80	0.05	0.07
	Juli	I	300.90	0.80	0.38	0.47
		II	331.58	0.80	0.41	0.52
		III	205.66	0.80	0.26	0.32
	Agst	I	376.94	0.80	0.47	0.59
		II	249.14	0.80	0.31	0.39
		III	141.67	0.80	0.18	0.22
Kemarau II	Sep	I	709.34	0.80	1.77	2.23
		II	615.36	0.80	1.54	1.93
		III	871.54	0.80	1.85	2.33
	Okt	I	640.76	0.80	1.16	1.46
		II	716.22	0.80	1.18	1.49
		III	729.45	0.80	1.16	1.45
	Nov	I	787.89	0.80	1.22	1.53
		II	808.48	0.80	1.18	1.48
		III	723.54	0.80	1.08	1.36
	Des	I	414.35	0.80	0.64	0.80
		II	184.57	0.80	0.46	0.58
		III	0.00	0.80	0.00	0.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.31 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Pada Pengambilan Intake Untuk Tanaman Polowijo (setelah *lining*)

Musim	Bulan	Periode	IR (Musim Tanam)	Eff	NFR	DR
			l/det		l/det	l/det/ha
Hujan	Jan	I	1389.29	0.80	0.00	0.00
		II	1343.86	0.80	0.07	0.09
		III	1452.68	0.80	0.23	0.29
	Feb	I	909.37	0.80	0.37	0.46
		II	878.21	0.80	0.47	0.59
		III	969.90	0.80	0.45	0.57
	Mar	I	876.81	0.80	0.45	0.56
		II	864.26	0.80	0.54	0.67
		III	856.02	0.80	0.43	0.54
	Apr	I	373.29	0.80	0.19	0.23
		II	188.51	0.80	0.00	0.00
		III	63.89	0.80	0.00	0.00
Kemarau I	Mei	I	978.10	0.80	0.00	0.00
		II	958.66	0.80	0.00	0.00
		III	1049.40	0.80	0.00	0.00
	Juni	I	0.00	0.80	0.00	0.00
		II	0.00	0.80	0.00	0.00
		III	43.58	0.80	0.00	0.00
	Juli	I	300.90	0.80	0.00	0.00
		II	331.58	0.80	0.00	0.00
		III	205.66	0.80	0.00	0.00
	Agst	I	376.94	0.80	0.00	0.00
		II	249.14	0.80	0.00	0.00
		III	141.67	0.80	0.00	0.00
Kemarau II	Sep	I	709.34	0.80	0.00	0.00
		II	615.36	0.80	0.00	0.00
		III	871.54	0.80	0.27	0.34
	Okt	I	640.76	0.80	0.37	0.46
		II	716.22	0.80	0.51	0.64
		III	729.45	0.80	0.56	0.70
	Nov	I	787.89	0.80	0.63	0.79
		II	808.48	0.80	0.70	0.88
		III	723.54	0.80	0.61	0.76
	Des	I	414.35	0.80	0.33	0.42
		II	184.57	0.80	0.00	0.00
		III	0.00	0.80	0.00	0.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

IR : Ketersediaan air di intake (berdasarkan kondisi eksisting sebelumnya)

Eff : Efisiensi irigasi total setelah lining

NFR : Kebutuhan air untuk tanaman padi dan polowija (berdasarkan kondisi eksisting sebelumnya)

DR : Kebutuhan air di pintu pengambilan

#### **4.9. Permodelan Optimasi *Linear Programing***

Dari hasil analisa kebutuhan air untuk setiap jenis tanaman pada daerah irigasi Kairatu I serta ketersediaan air di *intake* dan efisiensi irigasi pada kondisi eksisting maupun setelah direncanakan untuk dilakukan *lining*, maka selanjutnya dilakukan optimasi pola tanam untuk mendapatkan pola tanam yang dapat memberikan hasil yang maksimal.

Hasil dari model optimasi ini akan didapatkan besaran luas lahan dan keuntungan untuk masing-masing jenis tanaman yang akan ditanami berdasarkan musim tanam dan efisiensi irigasi yang ada. Sehingga akhirnya akan didapatkan luasan yang optimum untuk setiap musim tanam yang dapat memberikan keuntungan yang maksimal.

Permodelan optimasi yang dilakukan merupakan suatu fungsi matematis yang melibatkan variabel-variabel yang akan dioptimumkan dan melibatkan fungsi kendala yang ada. Dalam penelitian ini persamaan yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang optimum digunakan persamaan liner programming. Berikut ini merupakan langkah-langkah pengerjaanya :

1. Menentukan permodelan optimasi
2. Menentukan variabel-variabel yang akan dilakukan optimasi (dalam penelitian ini digunakan variabel luas lahan)

3. Menghitung batasan-batasan dalam persamaan model optimasi yang didapat dari hasil perhitungan pada sub bab sebelumnya (dalam penelitian ini digunakan nilai Dr dan IR sebagai factor pembatas)
4. Penyusunan model optimasi

Dalam memodelkan optimasi terdapat dua fungsi, yaitu :

1. Fungsi tujuan : merupakan rumusan yang akan dicapai dari tujuan pokok yang melibatkan variable-variabel yang akan dioptimasi. Fungsi tujuan ini dapat berupa maksimum maupun minimum.
2. Fungsi kendala : merupakan rumusan yang membatasi tujuan.

#### **4.9.1 Analisa Hasil Usaha Tani**

Hasil usaha tani merupakan pendapatan bersih petani yang didapat dari hasil penjualan dikurangi dengan biaya produksi yang dikeluarkan untuk setiap hektarnya. Namun untuk memperkirakan biaya produksi yang digunakan untuk pengolahan dan penanaman hingga pendistribusian bukan merupakan hal yang mudah, sehingga dalam penelitian ini harga produksi petani untuk setiap lahan yang ditanami diabaikan dan hanya memperhitungkan harga jual, sehingga hasil yang didapatkan merupakan keuntungan kotor dari lahan irigasi yang ada.

Berikut ini merupakan tabel harga jual komoditas yang dapat dilihat pada tabel 4.32.

Tabel 4.32 Harga Jual Komoditas

No	Jenis Komoditi	Satuan	Harga	
			Grosir	Eceran
1	2	3	4	5
<i>a.</i>	<i>Komoditas Beras</i>			
1	Beras Premium	Kg	12,500	13,000
2	Beras Medium	Kg	10,000	10,500
<i>b.</i>	<i>Komoditas Palawija</i>			
1	Jagung	Kg	8,000	8,500
2	Kacang Tanah	Kg	28,000	28,000
3	Kedelai	Kg	-	-
4	Kacang Hijau	Kg	20,000	22,000
5	Ubi Kayu/ Gaplek	Tumpuk	10,000	10,000

Sumber : Dinas Pertanian Provinsi Maluku

Pada daerah irigasi Kairatu I jenis komoditas yang ditanami hanya terbatas pada padi dan polowijo (jagung). Harga yang didapatkan dari dinas pertanian provinsi Maluku pada table diatas kemudian dikombinasikan dengan hasil survey terhadap kelompok tani di lokasi dan didapatkan hasil yang serupa untuk nilai jual ke produsen tanaman padi sebesar Rp. 10.000,00 dan polowijo sebesar Rp.8.000,00.



Tabel 4.33 Nilai Hasil Produksi

No.	Musim Tanam Satu Tahun Terakhir			LUAS TANAM			PRODUKSI (ton/Ha)			IP	
				Padi	Palawija	Lain-lain	Padi	Pala wija	Lain-lain		
1	2			3	4	5	6	7	8	9	
	MUSIM TANAM I			625	35		5	2			
	MUSIM TANAM I			600	60		5	2			
	MUSIM TANAM I			300	360		5	2			
		Musim hujan (Jan - April)			Musim kering I (Mei - Agust)			Musim hujan II (Sept - Des)			
		Padi			Padi			Palawija			

### 4.9.2 Model Matematis

1. Luas lahan irigasi pada daerah irigasi Kairatu I sebesar 715 Ha, namun yang dimanfaatkan hingga saat ini sebesar 660 Ha

2. Optimasi luas lahan berdasarkan pada ketersediaan air di intake yang didapat dengan hasil luasan eksisting yang ada yang dibagi menjadi tiga musim tanam, yaitu :

- Musim hujan : Januari – April
- Musim Kemarau I : Mei – Agustus
- Musim Kemarau II : September – Desember

Adapun rumusan model yang digunakan adalah sebagai berikut :

**Fungsi Tujuan :**

Terdapat dua fungsi tujuan yang akan dicapai, kemudian akan dibandingkan mana yang dapat memberikan hasil yang paling optimum. Dimana fungsi tujuan yang pertama dengan tujuan yang mengkombinasi antara keuntungan dengan luas lahan dan tujuan kedua hanya berdasarkan luas lahan saja. Kedua kombinasi ini kemudian dicoba untuk kondisi eksisting dan kondisi setelah lining

1. Maksimumkan  $Z = A.X11 + A.X12 + A.X13 + B.X21 + B.X22 + B.X23$

2. Maksimumkan  $Z = X11 + X12 + X13 + X21 + X22 + X23$

Dimana :

$Z$  = nilai tujuan yang diharapkan akan dicapai, yaitu maksimum luasan irigasi

$A$  = Pendapatan Padi ( Ha )

$B$  = Pendapatan Polowijo (Ha)

$X11$  = luasan tanaman padi pada musim hujan

$X12$  = luasan tanaman padi pada musim kemarau I

$X13$  = luasan tanaman padi pada musim kemarau II

$X21$  = luasan tanaman polowijo pada musim hujan

$X22$  = luasan tanaman polowijo pada musim kemarau I

$X_{23}$  = luasan tanaman polowijo pada musim kemarau II

Kedua fungsi tujuan diatas kemudian dikombinasikan untuk tiga scenario, yaitu :

1. Kondisi eksisting dengan luas lahan 660Ha (sesuai data yang didapat dari dinas pengairan provinsi Maluku)
2. Kondisi eksisting dengan luas lahan 715Ha. Dimana dengan efisiensi saluran kondisi saluran eksisting dicoba untuk memaksimumkan luas lahan yang tersedia
3. Kondisi lining dengan luas lahan 715Ha. Dengan kenaikan efisiensi saluran irigasi setelah dilakukan *lining*.

Dengan fungsi kendala :

- Luasan Maksimum

$$X_{11} + X_{21} \leq \text{Luas total}$$

$$X_{12} + X_{22} \leq \text{Luas total}$$

$$X_{13} + X_{23} \leq \text{Luas total}$$

- Debit Tersedia

$$Q_p.X_{11} + Q_j.X_{21} \leq Q_{tot}$$

$$Q_p.X_{12} + Q_j.X_{22} \leq Q_{tot}$$

$$Q_p.X_{13} + Q_j.X_{23} \leq Q_{tot}$$

Dimana :

$Q_p$  = kebutuhan air untuk padi

$Q_j$  = kebutuhan air untuk polowijo

$Q_{tot}$  = ketersediaan air total

**Berikut merupakan contoh perhitungan fungsi tujuan pertama :**

$$\text{Maksimumkan } Z = 30000000 X_{11} + 30000000 X_{12} + 30000000 X_{13} + 12000000 X_{21} + 12000000 X_{22} + 12000000 X_{23}$$

Fungsi Kendala =

$$X_{11} + X_{21} \leq 660$$

$$X_{12} + X_{22} \leq 660$$

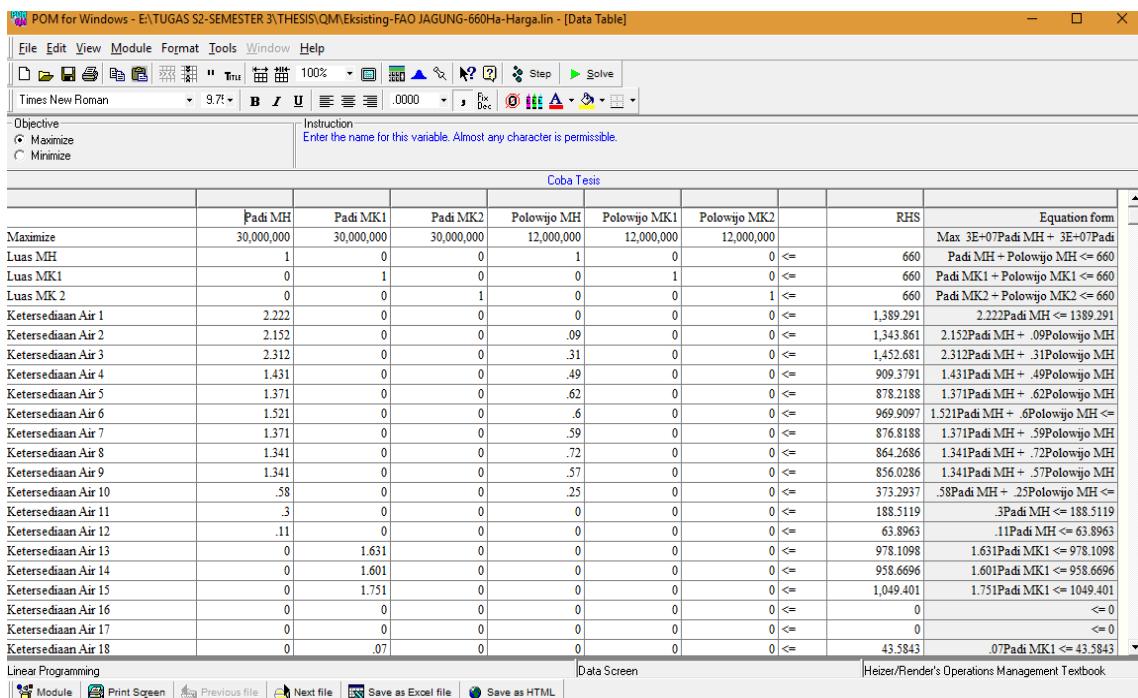
$$X_{13} + X_{23} \leq 660$$

$$2,222.X_{11} + 0.X_{21} \leq 1389,2$$

$$1,631.X_{12} + 0.X_{22} \leq 978,11$$

$$2,472.X_{13} + 0,36.X_{23} \leq 871,55$$

Untuk mempermudah proses perhitungan maka permodelan dibantu dengan software QM, yang cara pengerjaannya dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Input Model Optimasi Kondisi Eksisting 660Ha (Skenario 1) Dengan Software Quantity Methods For Windows 2 (*Sumber : Input Model Eksisting 660 Ha Dengan Fungsi Tujuan 1*)

Berikut ini merupakan hasil yang didapatkan dengan menggunakan software QM yang dapat dilihat pada gambar 4.7.

The screenshot shows the POM for Windows interface with the title bar 'POM for Windows - E:\TUGAS S2-SEMESTER 3\THESIS\QM\Eksisting-FAO JAGUNG-660Ha-Harga.lin'. The menu bar includes File, Edit, View, Module, Format, Tools, Window, and Help. The toolbar contains various icons for file operations and solving. The status bar shows 'Times New Roman', '9.7', and '100%'. The main window displays 'Linear Programming Results' for 'Coba Tesis Solution'. The table below represents the data shown in the screenshot.

	Padi MH	Padi MK1	Padi MK2	Polowijo MH	Polowijo MK1	Polowijo MK2		RHS	Dual
Ketersediaan Air 21	0	.34	0	0	0	0	<=	205.662	0
Ketersediaan Air 22	0	.63	0	0	0	0	<=	376.9438	0
Ketersediaan Air 23	0	.42	0	0	0	0	<=	249.1425	0
Ketersediaan Air 24	0	.24	0	0	0	0	<=	141.6714	75,000,000
Ketersediaan Air 25	0	0	2.362	0	0	0	<=	709.3471	0
Ketersediaan Air 26	0	0	2.052	0	0	0	<=	615.3661	0
Ketersediaan Air 27	0	0	2.472	0	0	.36	<=	871.5487	0
Ketersediaan Air 28	0	0	1.551	0	0	.49	<=	640.7664	13,584,250
Ketersediaan Air 29	0	0	1.581	0	0	.67	<=	716.2272	0
Ketersediaan Air 30	0	0	1.541	0	0	.74	<=	729.4573	0
Ketersediaan Air 31	0	0	1.621	0	0	.84	<=	787.8979	0
Ketersediaan Air 32	0	0	1.571	0	0	.94	<=	808.4881	5,684,807.0
Ketersediaan Air 33	0	0	1.441	0	0	.81	<=	723.5472	0
Ketersediaan Air 34	0	0	.85	0	0	.44	<=	414.3541	0
Ketersediaan Air 35	0	0	.61	0	0	.004	<=	184.5718	0
Ketersediaan Air 36	0	0	0	0	0	0	<=	0	0
Solution->	580.8755	590.2975	299.5877	79.1245	69.7025	359.3999		50,221,540,000	

Gambar 4.7 Hasil Model Optimasi Kondisi Eksisting 660 Ha (Skenario 1) Dengan Software Quantity Methods For Windows 2 (Sumber : Hasil Model Eksisting 660 Ha Dengan Fungsi Tujuan 1)

Dari hasil output diatas dihasilkan solusi optimum untuk kondisi eksisting dengan luas lahan 660 Ha adalah sebagai berikut :

Luas padi MH = 580.8755 Ha

Luas padi MK1 = 590.2975 Ha

Luas padi MK2 = 299.5877 Ha

Luas polowijo MH = 79,1245 Ha

Luas polowijo MK1 = 69,7025 Ha

Luas polowijo MK2 = 359.399 Ha

Dari hasil model optimasi kemudian dibandingkan dengan kondisi eksisting yang didapat dari data dinas pengairan provinsi Maluku yang dapat dilihat pada tabel 4.34.

Tabel 4.34 Perbandingan Luasan Eksisting Dan Model

Musim Tanam	Luas Tanam Eksisting		Luas Tanam Model	
	Padi	Polowijo	Padi	Polowijo
Musim Tanam I (MH)	625	35	580.88	79.12
Musim Tanam II (MKI)	600	60	590.3	69.7
Musim Tanam III (MKII)	300	360	299.59	359.39

*Sumber : Hasil perhitungan*

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa luas tanam yang dihasilkan dengan model optimasi dengan luas tanam kondisi eksting hampir sama, maka dapat diartikan bahwa model yang dilakukan sudah sesuai atau mendekati kondisi yang terjadi di lapangan.

Selanjutnya dengan cara yang sama dilakukan juga untuk mencoba scenario 2 dan 3. Berikut ini merupakan hasil permodelan yang didapat dari software QM yang dapat dilihat pada tabel 3.45-3.47.

Tabel 4.35 Hasil Permodelan Kondisi Eksisting 660 Ha (Skenario 1)

<b>Eksisting 660 Ha</b>	<b>PADI</b>	<b>POLOWIJO (JAGUNG)</b>	<b>Total</b>	<b>Presntase Padi</b>	<b>Presntase Polowijo</b>	<b>Presntase Total</b>
<b>MH</b>	580.88	79.12	660	81.24	11.07	92.31
<b>MK1</b>	590.3	69.7	660	82.56	9.75	92.31
<b>MK2</b>	299.59	359.4	658.99	41.90	50.27	92.17
	1470.77	508.22	Total	<b>205.70</b>	<b>71.08</b>	<b>276.78</b>

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.36 Hasil Permodelan Kondisi Eksisting 715 Ha (Skenario 2)

<b>Eksisting 715 Ha</b>	<b>PADI</b>	<b>POLOWIJO (JAGUNG)</b>	<b>Total</b>	<b>Presntase Padi</b>	<b>Presntase Polowijo</b>	<b>Presntase Total</b>
<b>MH</b>	580.88	118.49	699.37	81.24	16.57	97.81
<b>MK1</b>	590.29	124.7	714.99	82.56	17.44	100.00
<b>MK2</b>	299.59	359.4	658.99	41.90	50.27	92.17
	1470.76	602.59	Total	<b>205.70</b>	<b>84.28</b>	<b>289.98</b>

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.37 Hasil Permodelan Kondisi Lining 660 Ha (Skenario 3)

Lining 715 Ha	PADI	POLOWIJO (JAGUNG)	Total	Presntase Padi	Presntase Polowijo	Presntase Total
<b>MH</b>	639.69	54.78	694.47	89.47	7.66	97.13
<b>MK1</b>	645.28	69.72	715	90.25	9.75	100.00
<b>MK2</b>	313.79	352.59	666.38	43.89	52.91	96.80
	1598.76	477.09	Total	<b>223.60</b>	<b>70.32</b>	<b>293.93</b>

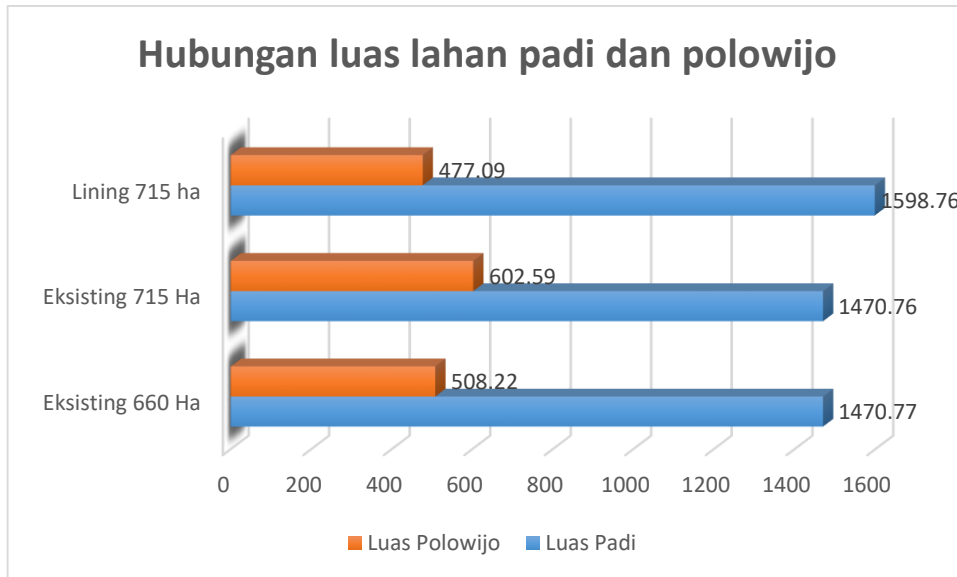
Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil table diatas kemudian dibuat grafik untuk dapat melihat kombinasi luas lahan dengan debit air yang tersedia tetap dan kondisi yang berbeda, yang dapat dilihat pada gambar 4.8 dan 4.9.



Gambar 4.8 Garfik Hubungan Presentase Luas Lahan Padi Dan Polowijo  
(Sumber : Hasil Perhitungan)





Gambar 4.9 Garfik Hubungan Luas Lahan Padi Dan Polowijo (*Sumber : Hasil Perhitungan*)

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa dengan kondisi eksisting yang hanya menanam 660 ha (skenario 1) didapatkan luasan yang belum optimal, kemudian dengan kondisi yang sama dicoba dengan luasan 715ha dan didapatkan debit air yang ada mampu untuk mengairi 715ha namun dengan komposisi luasan polowijo yang lebih besar dibandingkan luasan padi. Selanjutnya untuk kondisi saluran setelah di *lining* dengan efisiensi irigasi yang lebih besar didapatkan bahwa lahan 715ha lebih optimal karena dapat menanam padi dengan jumlah lahan yang lebih besar dari kondisi eksisting.

Berikut ini merupakan keuntungan yang didapatkan dari semua kombinasi pola tanam dengan kondisi yang berbeda yang dapat dilihat pada table 4.38-4.40.

Tabel 4.38 Keuntungan Hasil Panen Kondisi Eksisting 660 Ha (Skenario 1)

<b>Eksisting 660 Ha</b>	<b>Rp PADI</b>	<b>Rp POLOWIJO (JAGUNG)</b>	<b>Total</b>
<b>MH</b>	17,426,400,000.00	949,440,000.00	18,375,840,000.00
<b>MK1</b>	17,709,000,000.00	836,400,000.00	18,545,400,000.00
<b>MK2</b>	8,987,700,000.00	4,312,800,000.00	13,300,500,000.00
	44,123,100,000.00	6,098,640,000.00	50,221,740,000.00

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Tabel 4.39 Keuntungan hasil panen kondisi eksisting 715 Ha (Skenario 2)

<b>Eksisting 715 Ha</b>	<b>Rp PADI</b>	<b>Rp POLOWIJO (JAGUNG)</b>	<b>Total</b>
<b>MH</b>	17,426,400,000.00	1,421,880,000.00	18,848,280,000.00
<b>MK1</b>	17,708,700,000.00	1,496,400,000.00	19,205,100,000.00
<b>MK2</b>	8,987,700,000.00	4,312,800,000.00	13,300,500,000.00
	44,122,800,000.00	7,231,080,000.00	51,353,880,000.00

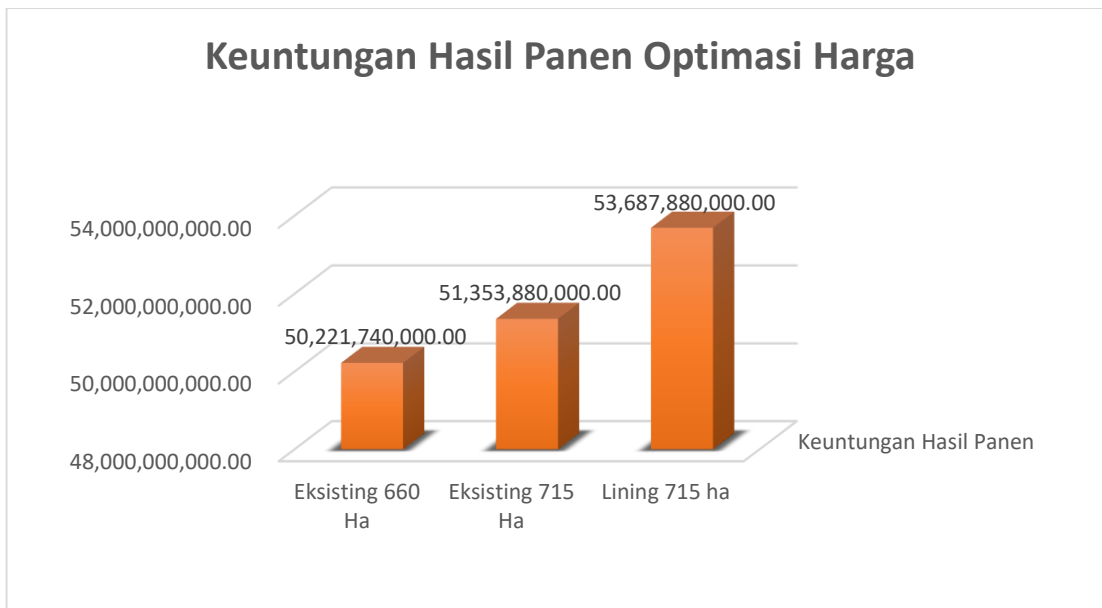
*Sumber : Hasil Perhitungan*

Tabel 4.40 Keuntungan hasil panen kondisi lining 715 Ha (Skenario 3)

Lining 715 Ha	Rp PADI	Rp POLOWIJO (JAGUNG)	Total
MH	19,190,700,000.00	657,360,000.00	19,848,060,000.00
MK1	19,358,400,000.00	836,640,000.00	20,195,040,000.00
MK2	9,413,700,000.00	4,231,080,000.00	13,644,780,000.00
	47,962,800,000.00	5,725,080,000.00	53,687,880,000.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas kemudian dibuat grafik untuk dapat melihat perbandingan keuntungan hasil panen dengan kombinasi skenario 1,2 dan 3, yang dapat dilihat pada gamabr 4.10.



Gambar 4.10 Perbandingan Keuntungan Hasil Panen (Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa scenario 1 memberikan hasil yang tidak optimal, kemudian dicoba dengan scenario 2 dan didapatkan bahwa dengan kombinasi yang ada dapat memberikan hasil yang lebih baik walaupun kenaikannya hanya  $\pm 2.3\%$  atau

$\pm$  Rp. 1,132,140,000.00 . Kemudian scenario 3 didapatkan hasil yang lebih baik baik dari luasan maupun keuntungannya. Keuntungan untuk kondisi lining dapat meningkat  $\pm 7\%$  dari kondisi eksisting atau  $\pm$  Rp. 3,466,140,000.00

Dengan cara yang sama kemudian dilakukan model optimasi untuk fungsi tujuan kedua, yaitu memaksimalkan luas lahan. Berikut merupakan langkah-langkah proses optimasi dengan menggunakan software QM, yang dapat dilihat pada gambar 4.11 dan 4.12

POM for Windows - E:\TUGAS S2-SEMESTER 3\THESIS\QM\Eksisting-FAO JAGUNG-660Ha-New.lin - [Data Table]

File Edit View Module Format Tools Window Help

Times New Roman 9.75 B I U .0000 Fix Dec

Objective: ☒ Maximize ☐ Minimize

Instruction: Enter the name for this variable. Almost any character is permissible.

Coba Tesis

	Padi MH	Padi MK1	Padi MK2	Polowijo	Polowijo	Polowijo		RHS	Equation form
Maximize	1	1	1	1	1	1			Max Padi MH + Padi
Luas MH	1	0	0	1	0	0	<=	660	Padi MH + Polowijo MH
Luas MK1	0	1	0	0	1	0	<=	660	Padi MK1 + Polowijo
Luas MK 2	0	0	1	0	0	1	<=	660	Padi MK2 + Polowijo
Ketersediaan Air 1	2.222	0	0	0	0	0	<=	1389.291	2.222Padi MH <=
Ketersediaan Air 2	2.152	0	0	.09	0	0	<=	1343.861	2.152Padi MH +
Ketersediaan Air 3	2.312	0	0	.31	0	0	<=	1452.681	2.312Padi MH +
Ketersediaan Air 4	1.431	0	0	.49	0	0	<=	909.3791	1.431Padi MH +
Ketersediaan Air 5	1.371	0	0	.62	0	0	<=	878.2188	1.371Padi MH +
Ketersediaan Air 6	1.521	0	0	.6	0	0	<=	969.9097	1.521Padi MH +
Ketersediaan Air 7	1.371	0	0	.59	0	0	<=	876.8188	1.371Padi MH +
Ketersediaan Air 8	1.341	0	0	.72	0	0	<=	864.2686	1.341Padi MH +
Ketersediaan Air 9	1.341	0	0	.57	0	0	<=	856.0286	1.341Padi MH +
Ketersediaan Air 10	.58	0	0	.25	0	0	<=	373.2937	.58Padi MH +
Ketersediaan Air 11	.3	0	0	0	0	0	<=	188.5119	.3Padi MH <= 188.5119
Ketersediaan Air 12	.11	0	0	0	0	0	<=	63.8963	.11Padi MH <= 63.8963
Ketersediaan Air 13	0	1.631	0	0	0	0	<=	978.1098	1.631Padi MK1 <=
Ketersediaan Air 14	0	1.601	0	0	0	0	<=	958.6696	1.601Padi MK1 <=
Ketersediaan Air 15	0	1.751	0	0	0	0	<=	1049.401	1.751Padi MK1 <=
Ketersediaan Air 16	0	0	0	0	0	0	<=	0	<= 0
Ketersediaan Air 17	0	0	0	0	0	0	<=	0	<= 0
Ketersediaan Air 18	0	.07	0	0	0	0	<=	43.5843	.07Padi MK1 <= 43.5843
Ketersediaan Air 19	0	.5	0	0	0	0	<=	300.903	.5Padi MK1 <= 300.903
Ketersediaan Air 20	0	.55	0	0	0	0	<=	331.5833	.55Padi MK1 <=

Linear Programming Data Screen

Gambar 4.11 Input Model Untuk Fungsi Tujuan 2 Dengan Optimasi Kondisi Eksisting 660Ha (Skenario 1) Dengan Software Quantity Methods For Windows 2  
(Sumber : Input Model Pada Software QM)

POM for Windows - E:\TUGAS S2-SEMESTER 3\THESIS\QM\Eksisting-FAO JAGUNG-660Ha-New.lin

File Edit View Module Format Tools Window Help

Times New Roman 9.71 B I U 0000

Objective  
☒ Maximize  
☐ Minimize

Note  
Multiple optimal solutions exist

Linear Programming Results

Coba Tesis Solution

	Padi MH	Padi MK1	Padi MK2	Polowijo MH	Polowijo MK1	Polowijo MK2		RHS	Dual
Ketersediaan Air 18	0	.07	0	0	0	0	<=	43.5843	0
Ketersediaan Air 19	0	.5	0	0	0	0	<=	300.903	0
Ketersediaan Air 20	0	.55	0	0	0	0	<=	331.5833	0
Ketersediaan Air 21	0	.34	0	0	0	0	<=	205.662	0
Ketersediaan Air 22	0	.63	0	0	0	0	<=	376.9438	0
Ketersediaan Air 23	0	.42	0	0	0	0	<=	249.1425	0
Ketersediaan Air 24	0	.24	0	0	0	0	<=	141.6714	0
Ketersediaan Air 25	0	0	2.362	0	0	0	<=	709.3471	0
Ketersediaan Air 26	0	0	2.052	0	0	0	<=	615.3661	0
Ketersediaan Air 27	0	0	2.472	0	0	.36	<=	871.5487	0
Ketersediaan Air 28	0	0	1.551	0	0	.49	<=	640.7664	0
Ketersediaan Air 29	0	0	1.581	0	0	.67	<=	716.2272	0
Ketersediaan Air 30	0	0	1.541	0	0	.74	<=	729.4573	0
Ketersediaan Air 31	0	0	1.621	0	0	.84	<=	787.8979	0
Ketersediaan Air 32	0	0	1.571	0	0	.94	<=	808.4881	0
Ketersediaan Air 33	0	0	1.441	0	0	.81	<=	723.5472	0
Ketersediaan Air 34	0	0	.85	0	0	.44	<=	414.3541	0
Ketersediaan Air 35	0	0	.61	0	0	.004	<=	184.5718	0
Ketersediaan Air 36	0	0	0	0	0	0	<=	0	0
Solution->	580.8755	590.2975	298.0794	79.1245	69.7025	361.9206		1980	

Linear Programming Solution Screen Heizer/Rend

Gambar 4.12 Hasil Model Untuk Fungsi Tujuan 2 Dengan Optimasi Kondisi Eksisting 660Ha (Skenario 1) Dengan Software Quantity Methods For Windows 2 (Sumber : Hasil Model Pada Software QM)

Hasil dari permodelan QM dengan fungsi tujuan kedua untuk scenario 1-3 kemudian dibuat grafik yang dapat dilihat pada table 4.41-4.43.

Tabel 4.41 Hasil Permodelan QM Dengan Fungsi Tujuan 2 Untuk Scenario 1

Eksisting 660 Ha	PADI	POLOWIJO (JAGUNG)	Total	Presntase Padi	Presntase Polowijo	Presntase Total
MH	580.88	79.12	660	81.24	11.07	92.308
MK1	590.3	69.7	660	82.56	9.75	92.308
MK2	298.08	361.92	660	41.69	50.62	92.308
	1469.26	510.74	Total	205.49	71.43	276.923

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.42 Hasil Permodelan QM Dengan Fungsi Tujuan 2 Untuk Scenario 2

<b>Eksisting 715 Ha</b>	<b>PADI</b>	<b>POLOWIJO (JAGUNG)</b>	<b>Total</b>	<b>Presntase Padi</b>	<b>Presntase Polowijo</b>	<b>Presntase Total</b>
<b>MH</b>	562.75	152.25	715	78.71	21.29	100.000
<b>MK1</b>	590.3	124.7	715	82.56	17.44	100.000
<b>MK2</b>	216.15	498.85	715	30.23	69.77	100.000
	1369.2	775.8	Total	<b>191.50</b>	<b>108.50</b>	<b>300.000</b>

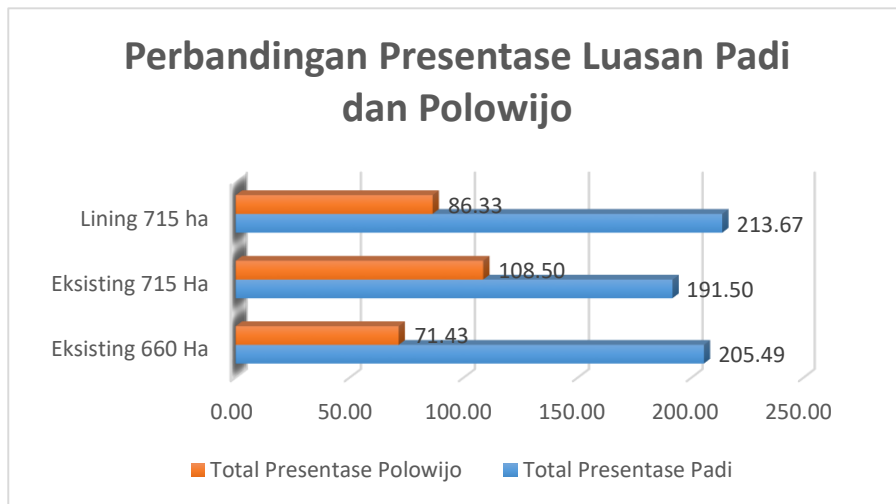
*Sumber : Hasil Perhitungan*

Tabel 4.43 Hasil Permodelan QM Dengan Fungsi Tujuan 2 Untuk Scenario 3

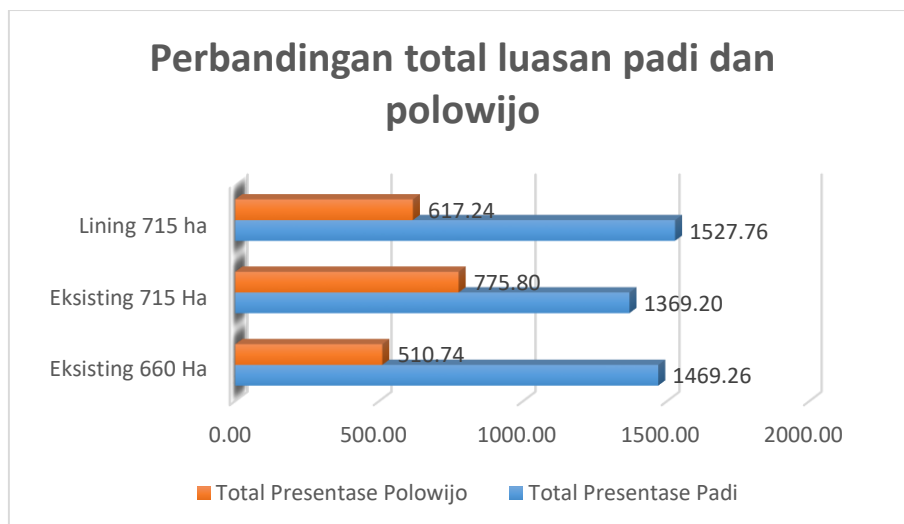
<b>Lining 715 Ha</b>	<b>PADI</b>	<b>POLOWIJO (JAGUNG)</b>	<b>Total</b>	<b>Presntase Padi</b>	<b>Presntase Polowijo</b>	<b>Presntase Total</b>
<b>MH</b>	622.42	92.58	715	87.05	12.95	100.000
<b>MK1</b>	645.28	69.72	715	90.25	9.75	100.000
<b>MK2</b>	260.06	454.94	715	36.37	63.63	100.000
	1527.76	617.24	Total	<b>213.67</b>	<b>86.33</b>	<b>300.000</b>

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Dari hasil table diatas kemudian dibuat grafik untuk dapat melihat kombinasi luas lahan dengan debit air yang tersedia tetap untuk skenario 1-3, yang dapat dilihat pada gambar 4.13 dan 4.14.



Gambar 4.13 Garfik Hubungan Presentase Luas Lahan Padi Dan Polowijo Untuk Fungsi Tujuan 2 (*Sumber : Hasil Perhitungan*)



Gambar 4.14 Garfik Hubungan Presentase Total Luas Lahan Padi Dan Polowijo Untuk Fungsi Tujuan 2 (*Sumber : Hasil Perhitungan*)

Dari grafik dan tabel diatas dapat dilihat bahwa dengan kondisi eksisting (skenario 1) didapatkan luasan yang belum optimal dimana hasil panen dalam setahun  $> 300\%$  untuk 3x panen, kemudian dengan scenario 2 didapatkan debit air yang ada mampu untuk mengairi total luas lahan 715ha dengan hasil 300% namun dengan komposisi luasan

polowijo yang lebih besar dibandingkan luasan padi. Selanjutnya untuk kondisi scenario 3 didapatkan hasil panen mencapai 300% dalam setahun dan dapat menanam padi dengan jumlah lahan yang lebih besar dari kondisi eksisting.

Berikut ini merupakan keuntungan yang didapatkan dari kombinasi scenario 1-3 yang dapat dilihat pada tabel 4.44 - 4.46.

Tabel 4.44 Keuntungan hasil panen kondisi eksisting 660 Ha untuk fungsi tujuan 2 (Skenario 1)

<b>Eksisting 660 Ha</b>	<b>Rp PADI</b>	<b>Rp POLOWIJO (JAGUNG)</b>	<b>Total</b>
<b>MH</b>	17,426,400,000.00	949,440,000.00	18,375,840,000.00
<b>MK1</b>	17,709,000,000.00	836,400,000.00	18,545,400,000.00
<b>MK2</b>	8,942,400,000.00	4,343,040,000.00	13,285,440,000.00
	44,077,800,000.00	6,128,880,000.00	50,206,680,000.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.45 Keuntungan hasil panen kondisi eksisting 715 Ha untuk fungsi tujuan 2 (Skenario 2)

<b>Eksisting 715 Ha</b>	<b>Rp PADI</b>	<b>Rp POLOWIJO (JAGUNG)</b>	<b>Total</b>
<b>MH</b>	16,882,500,000.00	1,827,000,000.00	18,709,500,000.00
<b>MK1</b>	17,709,000,000.00	1,496,400,000.00	19,205,400,000.00
<b>MK2</b>	6,484,500,000.00	5,986,200,000.00	12,470,700,000.00
	41,076,000,000.00	9,309,600,000.00	50,385,600,000.00

Sumber : Hasil Perhitungan



Tabel 4.46 Keuntungan hasil panen kondisi lining 715 Ha untuk fungsi tujuan 2 (Skenario 3)

Lining 715 Ha	Rp PADI	Rp POLOWIJO (JAGUNG)	Total
MH	18,672,600,000.00	1,110,960,000.00	19,783,560,000.00
MK1	19,358,400,000.00	836,640,000.00	20,195,040,000.00
MK2	7,801,800,000.00	5,459,280,000.00	13,261,080,000.00
	45,832,800,000.00	7,406,880,000.00	53,239,680,000.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas kemudian dibuat grafik untuk dapat melihat perbandingan keuntungan hasil panen dengan kombinasi scenario 1,2 dan 3 yang dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.15 Perbandingan Keuntungan Hasil Panen (*Sumber : Hasil Perhitungan*)

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa skenario 1 memberikan hasil yang tidak optimal, kemudian dicoba dengan scenario 2 dan didapatkan bahwa dengan kombinasi yang ada dapat memberikan hasil yang lebih baik walaupun kenaikannya hanya  $\pm 0.26\%$  atau  $\pm$  Rp.178,920,000.00 . Kemudian scenario 3 didapatkan hasil yang lebih baik dari luasan maupun keuntungannya. Keuntungan untuk kondisi lining dapat meningkat  $\pm 6\%$  dari kondisi eksisting atau  $\pm$  Rp. 3,033,000,000.00

Setelah didapatkan hasil optimasi dengan fungsi tujuan luas lahan dan harga, kemudian dibandingkan mana yang dapat memberikan hasil paling optimal. Berikut ini merupakan perbandingan antara fungsi tujuan 1 dan 2 yang dapat dilihat pada tabel 4.47 -4.51.

Tabel 4.47 Perbandingan Luas Lahan Antara Dua Fungsi Tujuan

Skenario	Optimasi Lahan		Optimasi Harga	
	Luas Padi	Luas Polowijo	Luas Padi	Luas Polowijo
<b>Eksisting 660 Ha</b>	1469.26	510.74	1470.77	508.22
<b>Eksisting 715 Ha</b>	1369.2	775.8	1470.76	602.59
<b>Lining 715 Ha</b>	1527.76	617.24	1598.76	477.09

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Table 4.48 Perbandingan Presentase Luas Lahan Antara Dua Fungsi Tujuan

Skenario	Optimasi Lahan		Optimasi Harga	
	Presntase Padi	Presntase Polowijo	Presntase Padi	Presntase Polowijo
<b>Eksisting 660 Ha</b>	205.49	71.43	205.70	71.08
<b>Eksisting 715 Ha</b>	191.50	108.50	205.70	84.28

<b>Lining 715 Ha</b>	213.67	86.33	223.60	70.32
----------------------	--------	-------	--------	-------

Sumber : Hasil Perhitungan

Table 4.49 Perbandingan Total presentase selama satu tahun Antara Dua Fungsi Tujuan

<b>Skenario</b>	<b>Optimasi Lahan</b>	<b>Optimasi Harga</b>
<b>Eksisting 660 Ha</b>	276.92	276.78
<b>Eksisting 715 Ha</b>	300	289.98
<b>Lining 715 Ha</b>	300	293.93

Sumber : Hasil Perhitungan

Table 4.50 Perbandingan keuntungan komoditas Antara Dua Fungsi Tujuan

<b>Skenario</b>	<b>Optimasi Lahan</b>		<b>Optimasi Harga</b>	
	<b>Keuntungan Padi</b>	<b>Keuntungan Polowijo</b>	<b>Keuntungan Padi</b>	<b>Keuntungan Polowijo</b>
<b>Eksisting 660 Ha</b>	44,077,800,000.00	6,128,880,000.00	44,123,100,000.00	6,098,640,000.00
<b>Eksisting 715 Ha</b>	41,076,000,000.00	9,309,600,000.00	44,122,800,000.00	7,231,080,000.00
<b>Lining 715 Ha</b>	45,832,800,000.00	7,406,880,000.00	47,962,800,000.00	5,725,080,000.00

Sumber : Hasil Perhitungan

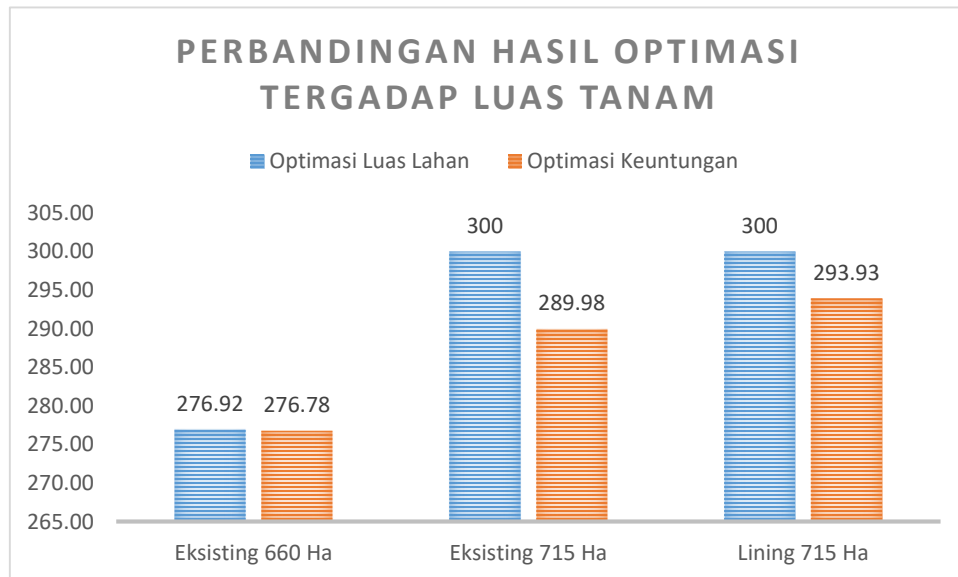
Tabel 4.51 Perbandingan Total Keuntungan Komoditas Antara Dua Fungsi Tujuan

<b>Skenario</b>	<b>Keuntungan Optimasi Lahan</b>	<b>Keuntungan Optimasi Harga</b>
<b>Eksisting 660 Ha</b>	50,206,680,000.00	50,221,740,000.00
<b>Eksisting 715 Ha</b>	50,385,600,000.00	51,353,880,000.00

<b>Lining 715 Ha</b>	53,239,680,000.00	53,687,880,000.00
----------------------	-------------------	-------------------

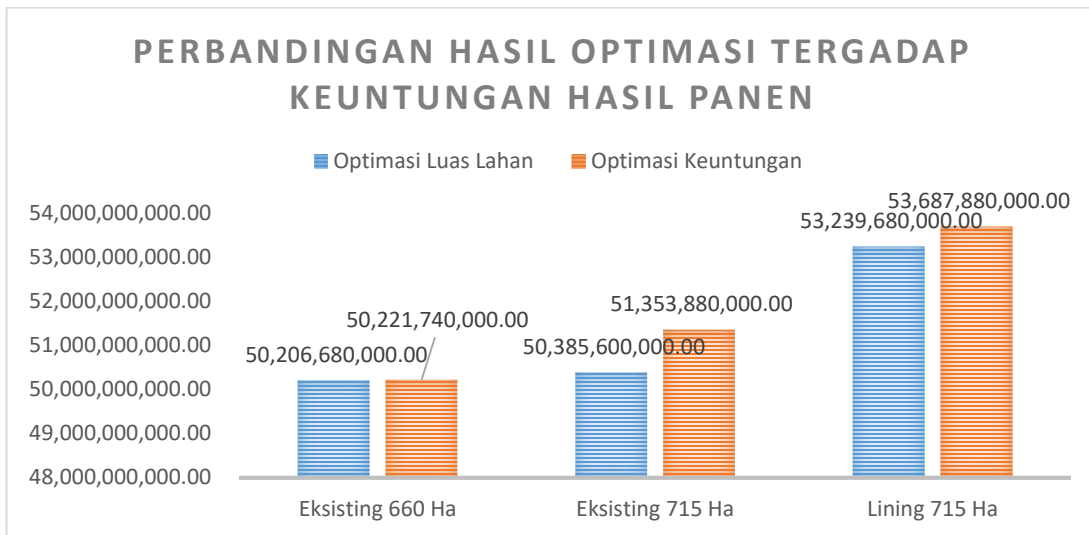
*Sumber : Hasil Perhitungan*

Dari tabel diatas kemudian dibuat grafik perbandingan antara luas lahan dan keuntungan hasil panen yang dapat dilihat pada gambar 4.16 dan 4.17.



Gambar 4.16 Perbandingan Hasil Optimasi Terhadap Luas Tanam

*(Sumber : Hasil Perhitungan)*



Gambar 4.17 Perbandingan Hasil Optimasi Terhadap Keuntungan Hasil Panen (*Sumber : Hasil Perhitungan*)

Dari perbandingan antara fungsi tujuan memaksimalkan luas lahan dan memaksimalkan keuntungan atau harga, didapatkan bahwa dengan memaksimalkan keuntungan atau harga bisa mendapatkan keuntungan yang paling optimum, namun luas lahan yang ditanami selama setahun tidak mencapai 300%. Sebaliknya dengan fungsi tujuan luas lahan didapatkan luasan yang paling optimum selama setahun, namun dengan keuntungan yang lebih kecil dibandingkan dengan fungsi harga.

Untuk memutuskan fungsi tujuan mana yang paling tepat untuk digunakan, tergantung dari kebijakan pemerintah setempat. Jika diinginkan untuk keuntungan merata agar semua petani yang memiliki lahan dapat mendapat hasil, maka fungsi tujuan luas lahan lebih baik. Namun jika diharapkan keuntungan yang paling optimum, maka fungsi tujuan harga atau keuntungan yang paling tepat.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan :**

1. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan kondisi eksisting daerah irigasi Kairatu I saat ini memiliki luas 715Ha namun yang ditanami hanya 660Ha. Kondisi saluran irigasi yang ada saat ini untuk saluran primer dan sekunder terbuat dari beton, namun untuk saluran sekunder terdapat beberapa kerusakan pada saluran dan penumpukan sedimen berupa tanah dan rumput liar, hal ini disebabkan karena kurangnya pemeliharaan pada daerah irigasi Kairatu I, serta saluran tersier yang masih terbuat dari tanah. Berdasarkan hasil analisis terdapat beberapa permasalahan pada daerah irigasi Kairatu I :
  - a. Tidak semua lahan dapat ditanami, hal ini disebabkan karena debit air yang tidak mencukupi karena kehilangan air pada sepanjang saluran menuju ke petak sawah.
  - b. Penyebab kehilangan air pada saluran disebabkan karena beberapa hal, diantaranya adalah kondisi saluran sekunder yang sudah tidak terawat dan saluran tersier yang masih terbuat dari tanah sehingga menyebabkan tingkat kehilangan air yang besar, serta adanya pengambilan liar pada saluran primer/intake oleh beberapa warga kampung yang memiliki tanaman seledri pada daerah hulu.
2. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa salah satu cara untuk meningkatkan kemampuan saluran dan menambah jumlah lahan untuk diairi adalah dengan merubah jenis *lining* saluran tersier menjadi sama dengan saluran primer dan sekunder dengan menggunakan beton
3. Dari hasil analisis, jika saluran tersier yang masih merupakan saluran alami dari tanah dirubah menjadi sama dengan saluran primer dan sekunder dengan menggunakan beton, maka dapat meningkatkan efisiensi saluran tersier sebesar 6% dari kondisi eksisting sebesar 84% menjadi 90%, serta efisiensi saluran

irigasi total juga dapat meningkat sebesar 6% dari kondisi eksisting 74% menjadi 80%.

4. Dari hasil optimasi didapatkan dua kesimpulan untuk pola tanam pada daerah irigasi kairau I:
  - a. Jika diharapkan adanya pemerataan hasil panen agar semua petani dapat menanam dengan luas lahan yang optimum maka digunakan pola tanam dengan luas lahan optimal, dimana untuk musim tanam I yang terletak pada bulan Januari – April direncanakan pola tanam dengan komposisi padi = 622 Ha dan Polowijo = 93 Ha, untuk musim tanam II yang terletak pada bulan Mei - Agustus direncanakan pola tanam dengan komposisi padi = 645Ha dan Polowijo = 70 Ha, serta untuk musim tanam III yang terletak pada bulan September - Desember direncanakan pola tanam dengan komposisi padi = 260 Ha dan Polowijo = 455Ha.
  - b. Jika diharapkan untuk didapatkan keuntungan yang paling maksimum, maka digunakan pola tanam dengan memaksimalkan keuntungan, dimana untuk musim tanam I yang terletak pada bulan Januari – April direncanakan pola tanam dengan komposisi padi = 640 Ha dan Polowijo = 55 Ha, untuk musim tanam II yang terletak pada bulan Mei - Agustus direncanakan pola tanam dengan komposisi padi = 645Ha dan Polowijo = 70 Ha, serta untuk musim tanam III yang terletak pada bulan September - Desember direncanakan pola tanam dengan komposisi padi = 314 Ha dan Polowijo = 353Ha

Kedua pola tanam ini dapat digunakan tergantung kebutuhan dilapangan.

## 5.2. Saran

1. Untuk dapat meningkatkan kapasitas saluran irigasi kairatu I, maka diharapkan untuk merubah jenis *lining* saluran tersier menjadi beton dan menormalisasi saluran tersier dengan bentuk trapezium dengan ukuran lebar bawah ( $b$ ) = 40cm, lebar atas ( $B$ ) = 140cm dan tinggi = 70cm, serta melakukan perbaikan untuk saluran sekunder yang mengalami kerusakan.
2. Peneliti menyarankan agar digunakan pola tanam kedua dengan mengoptimumkan keuntungan hasil panen, sehingga keuntungan yang didapatkan bisa maksimal.
3. Untuk peneliti berikutnya agar penelitian tidak hanya terbatas pada jenis *lining* beton dan saluran alami dari tanah, tetapi dapat melakukan kombinasi dengan jenis *lining* lainnya.



*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan*

## DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, Nadjadji. (2001). Analisa Sistem Untuk Teknik Sipil. Teknik Sipil ITS, Surabaya
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Seram Bagian Barat (2015). *Seram Bagian Barat Dalam Angka*.
- Balai PSDA Kuantan Indragiri, 2008. Modul Pelatihan OJT di Balai PSDA, Pelatihan Hidrologi Dan OJT BWRM\_WISMP 1 - Panduan Pengukuran debit/aliran.
- Bungganaen. W (2011) Analisa efisiensi dan kehilangan air pada jaringan utama daerah irigasi air sagu, Jurnal jptsipildd110142 Vol 1, No1.
- Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum (1986), *Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan 01*, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Pengairan, Desember 1986; *Perencanaan Bagian Saluran, Kriteria Perencanaan Irigasi KP-03*, Jakarta.
- Direktorat Jendral sumber daya air (2014), *DED Pengendalian Banjir Sungai Riuapa Kabupaten Seram Bagian Barat*, Badan Penerbit PT. Adhiyasa Desicon, Ambon
- Chow, V.T. 1959, *Open Chanel Hydarulics*, (diterjemahkan oleh Suyatman dkk.) Hidrolika Saluran Terbuka, Erlangga, Jakarta.
- Doorenbos, J. and Pruitt, W.O., 1977. *Guidelines for Predicting Crop Water Requirement*. FAO. ROME.
- Hillel, D. 1983. Fundamental of Soil Physics. Academic Press Inc. New York
- Idfi (2010). Tugas Ahir : Studi Keseimbangan Air Pada Daerah Irigasi Delta Brantas (Saluran Mangetan Kanal) Untuk Kebutuhan Irigasi Dan Industri. Teknik Sipil ITS.
- Kiyatsujono P (1987). Tugas Ahir : Analisa Pengaruh Pembuatan Lining Pada Saluran Terhadap Rembesan Air. Teknik Sipil UKP.

- Leman (2010). "Cara Pengoperasian Software QM for Windows 2.0 Pada Kasus Programasi Linier". <http://wahyulemanblogbaru.blogspot.co.id/2010/04/cara-pengoperasian-software-qm-for.html>
- Linsley Ray K., Joseph B. Franzini, (1985), *Teknik Sumber Daya Air*. Eralanga, Jakarta.
- Mechan (2011) "Pengukuran debit di saluran terbuka". [http://mechanarticle.blogspot.co.id/2011/12/pengukuran-debit-di-saluran-terbuka\\_14.html](http://mechanarticle.blogspot.co.id/2011/12/pengukuran-debit-di-saluran-terbuka_14.html)
- Nasution (2005). Aliran seragam pada saluran terbuka teori & penyelesaian soal-soal, Teknik Sipil Universitas Sumatra Utara
- Soemarto, CD. (1995). Hidrologi Teknik. Erlangga, Jakarta.
- Soewarno. (1995). Hidrologi Untuk Teknik. Penerbit Nova, Bandung.
- Soewarno. (1995). Hidrologi Jilid 1. Penerbit Nova, Bandung.
- Soewarno. (1995). Hidrologi Jilid 2. Penerbit Nova, Bandung.
- Sosrodarsono, S. (1983). Hidrologi untuk Pengairan. Pradnya Paramita, Jakarta
- Sri Harto Br (1993). Analisis Hidrologi. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Sudjarwadi (1979). Pengantar Teknik Irigasi, UGM, Yogyakarta.
- Sumardiyono, A. (2012). Analisis Efisiensi Pemberian Air di Jaringan Irigasi Karau Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah. <http://www.ftsl.itb.ac.id/wpcontent/uploads/2012/07/95010015-Agus-Sumardiyono.pdf>
- Suranto, D.D. dan Supriyono. 1989. Tata Air Untuk Pertanian. Poltek Jember, Universitas Jember, Jember.
- Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Andi, Yogyakarta.
- Tohary, B. (-). Modul Kuliah Irigasi. Teknik Sipil ITS, Surabaya.
- Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan. Beta, Yogyakarta.
- Van de Goor G.A.W. dan Zijlstra G. 1968 *Irrigation requirements for double cropping of lowland rice in Malaya*. ILRI Publication 14. Wageningen
- Wilson, E.M. (1993). Hidrologi Teknik. Penerbit ITB Bandung, Bandung.

## BIODATA PENULIS



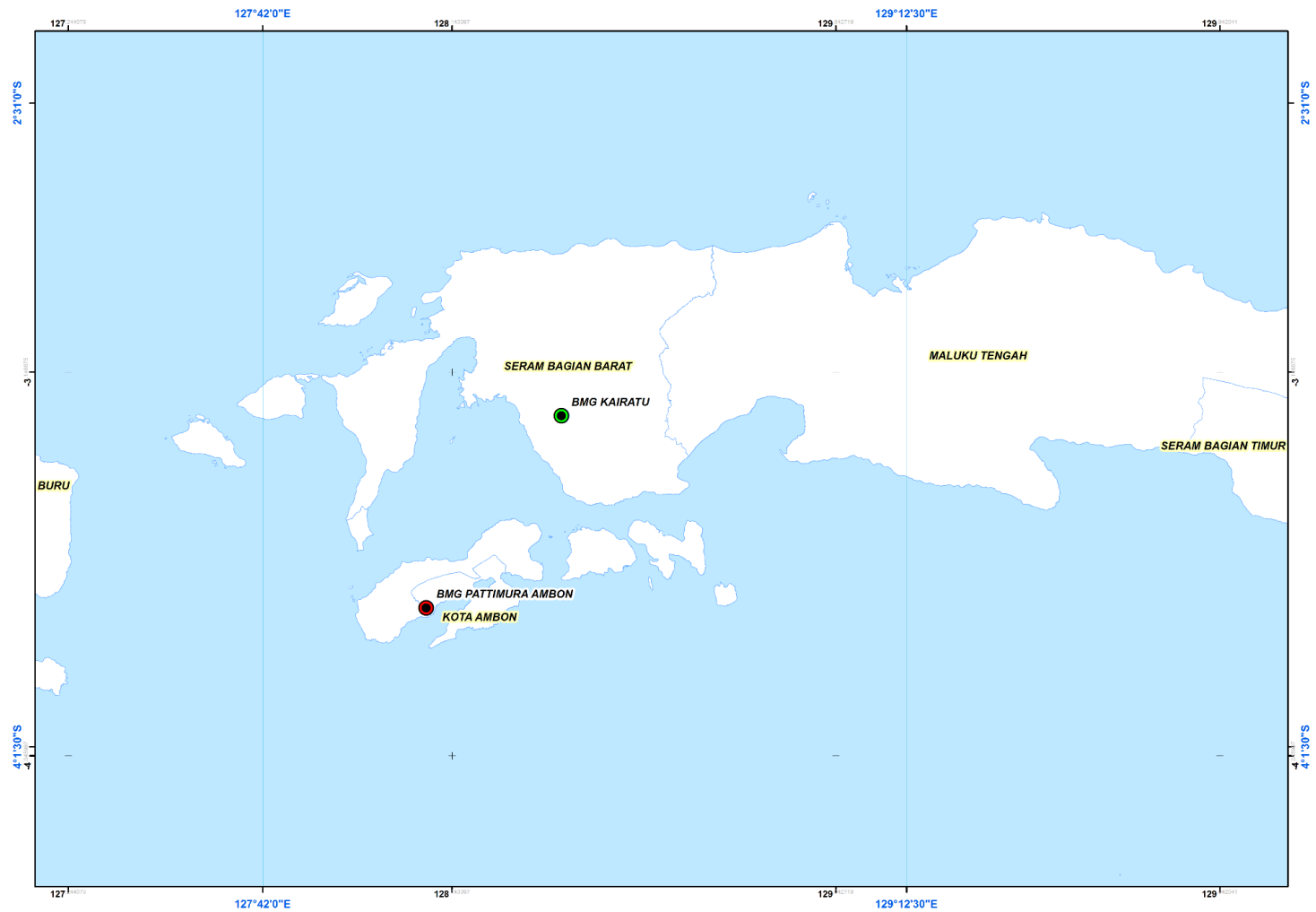
Penulis dilahirkan di Kota Ambon pada tanggal 19 September 1993, merupakan anak pertama dari dua bersaudara, dengan nama Angel Rumihin. Penulis memulai menempuh pendidikan formal pada TK Efata Ambon, SD Inpres 18 Ambon, SMP Negeri 6 Ambon, dan SMA Negeri 1 Ambon.

Penulis mengakhiri pendidikan formal pada tahun 2010 dan melanjutkan pendidikan pada jenjang strata 1 (S1) pada Teknik Sipil Universitas Kristen Petra pada tahun 2010 dengan mengambil konsentrasi Keairan pada semester 5 (lima), dan menyelesaikan pendidikan pada awal tahun 2015. Kemudian Penulis melanjutkan pendidikan pada jenjang strata 2 (S2) pada Pasca Sarja Teknik Sipil ITS dengan mengambil bidang studi Manajemen dan Rekayasa Sumberdaya Air pada tahun 2015 dan menyelesaikan pendidikan dengan masa studi 3 (tiga) semester pada awal tahun 2017.

Pada akhir masa studi Penulis mengambil tesis pada bidang studi irigasi khususnya tentang “Studi Pengaruh *Lining* Saluran Irigasi Terhadap Kehilangan Air Untuk Peningkatan Hasil Produksi (Studi Kasus : DI Kairatu I)”. Apabila pembaca ingin berkorespondensi dengan Penulis, dapat menghubungi melalui email : [angel.rumihin@yahoo.co.id](mailto:angel.rumihin@yahoo.co.id).

Penulis

Lampiran 1. Peta Stasiun Hujan Pada Lokasi Penelitian (*Sumber : Hasil Analisis*)



Lampiran 2a. Tabel Besaran Nilai Angot (Ra) Dalam Hubungan Dengan Letak Lintang (mm/hari). (*Sumber : Modul Kuliah Irigasi*)

LS	Bulan											
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
20	17.3	16.5	15	13	11	10	10.4	12	13.9	15.8	17	17.4
18	17.1	16.5	15.1	13.2	11.4	10.4	10.8	12.3	14.1	15.8	16.8	17.1
16	16.9	16.4	15.2	13.5	11.7	10.8	11.2	12.6	14.3	15.8	16.7	16.8
14	16.7	16.4	15.3	13.7	12.1	11.2	11.6	12.9	14.5	15.8	16.5	16.6
12	16.6	16.3	15.4	14	12.5	11.6	12	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5
10	16.4	16.3	15.5	14.2	12.8	12	12.4	13.5	14.8	15.9	16.2	16.2
8	16.1	16.1	15.5	14.4	13.1	12.4	12.7	13.7	14.9	15.8	16	16
6	15.8	16	15.6	14.7	13.4	12.8	13.1	14	15	15.7	15.8	15.7
4	15.5	15.8	15.6	14.9	13.8	13.1	13.4	14.3	15.1	15.6	15.5	15.4
2	15.3	15.7	15.7	15.1	14.1	13.5	13.7	14.5	15.2	15.5	15.3	15.1
0	15	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8

Lampiran 2b. Tabel Pengaruh Suhu  $f(T)$  Pada Radiasi Gelombang Panjang ( $R_{nl}$ ). (Sumber : Modul Kuliah Irigasi)

Suhu (T) °C	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
$f(T) = \sigma T^4$	11	11.4	11.7	12	12.4	12.7	13.1	13.5	13.8	14	14.06	15

Lampiran 2c. Tabel Tekanan Uap Jenuh Terhadap Suhu Udara Rata-rata (mbar). (Sumber : Modul Kuliah Irigasi)

Suhu (T) °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ea mbar	6.1	6.6	7.1	7.6	8.1	8.7	9.3	10	10.7	11.5	12.3	13.1	14	15	16.1	17	18.2	19.4	20.6	22
Suhu (T) °C	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Ea mbar	23.4	24.9	26.4	28.1	29.8	31.7	33.6	35.7	37.8	40.1	42.4	44.9	47.6	50.3	53.2	56.2	59.4	62.8	66.3	69.9

Lampiran 2d. Tabel Nilai Faktor Pemberat (W) Untuk Efek Radiasi Pada Eto Dalam Hubungan Suhu Dan Ketinggian. (Sumber : Modul Kuliah Irigasi)

Suhu (T) °C	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
W Altitude (m)																				
0	0.43	0.46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.78	0.8	0.82	0.83	0.84	0.9
500	0.44	0.48	0.51	0.54	0.57	0.6	0.62	0.65	0.67	0.7	0.72	0.74	0.76	0.78	0.79	0.81	0.82	0.84	0.85	0.9
1000	0.46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.8	0.82	0.83	0.85	0.86	0.9
2000	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.81	0.82	0.84	0.85	0.86	0.87	0.9
3000	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.81	0.82	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.9
4000	0.54	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.81	0.82	0.84	0.85	0.86	0.87	0.89	0.9	0.9

Lampiran 2e. Tabel Nilai Faktor Pemberat (1-W) Untuk Efek Kecepatan Angin Dan Kelembaban Udara Pada Eto Dalam Hubungan Suhu Dan Ketinggian. (Sumber : Modul Kuliah Irigasi)

Suhu (T) °C	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
W Altitude (m)																				
0	0.57	0.54	0.51	0.48	0.45	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.2	0.18	0.17	0.16	0.15
500	0.56	0.52	0.49	0.46	0.43	0.4	0.38	0.35	0.33	0.3	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14
1000	0.54	0.51	0.48	0.45	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.21	0.2	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13
2000	0.51	0.48	0.45	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
3000	0.48	0.45	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
4000	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.11	0.1	0.1

Lampiran 2f. Tabel Harga Angka Koreksi Penman. (Sumber : Modul Kuliah Irigasi)

	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
( c )	1.1	1.1	1	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1.1	1.1	1.1	1.1



### Lampiran 3a. Input Program QM Untuk Scenario 2 (Kondisi Eksisting Dengan Luas Lahan 715Ha) Dengan Fungsi Tujuan Luas Lahan (*Sumber : Hasil Perhitungan*)

POM for Windows - E:\TUGAS S2-SEMESTER 3\THESIS\QM\Eksisting-FAO JAGUNG-715Ha-New.lin - [Data Table]

File Edit View Module Format Tools Window Help

Times New Roman 9.71 B I U .0000

Objective: ☒ Maximize ☐ Minimize

Instruction: Enter the name for this variable. Almost any character is permissible.

Coba Tesis

	Padi MH	Padi MK1	Padi MK2	Polowijo MH	Polowijo MK1	Polowijo MK2	RHS	Equation form
Maximize	1	1	1	1	1	1		Max Padi MH + Padi MK1 + Padi
Luas MH	1	0	0	1	0	0	715	Padi MH + Polowijo MH <= 715
Luas MK1	0	1	0	0	1	0	715	Padi MK1 + Polowijo MK1 <= 715
Luas MK2	0	0	1	0	0	1	715	Padi MK2 + Polowijo MK2 <= 715
Ketersediaan Air 1	2.222	0	0	0	0	0	1389.291	2.222Padi MH <= 1389.291
Ketersediaan Air 2	2.152	0	0	.09	0	0	1343.861	2.152Padi MH + .09Polowijo MH
Ketersediaan Air 3	2.312	0	0	.31	0	0	1452.681	2.312Padi MH + .31Polowijo MH
Ketersediaan Air 4	1.431	0	0	.49	0	0	909.3791	1.431Padi MH + .49Polowijo MH
Ketersediaan Air 5	1.371	0	0	.62	0	0	878.2188	1.371Padi MH + .62Polowijo MH
Ketersediaan Air 6	1.521	0	0	.6	0	0	969.9097	1.521Padi MH + .6Polowijo MH <=
Ketersediaan Air 7	1.371	0	0	.59	0	0	876.8188	1.371Padi MH + .59Polowijo MH
Ketersediaan Air 8	1.341	0	0	.72	0	0	864.2686	1.341Padi MH + .72Polowijo MH
Ketersediaan Air 9	1.341	0	0	.57	0	0	856.0286	1.341Padi MH + .57Polowijo MH
Ketersediaan Air 10	.58	0	0	.25	0	0	373.2937	.58Padi MH + .25Polowijo MH <=
Ketersediaan Air 11	.3	0	0	0	0	0	188.5119	.3Padi MH <= 188.5119
Ketersediaan Air 12	.11	0	0	0	0	0	63.8963	.11Padi MH <= 63.8963
Ketersediaan Air 13	0	1.631	0	0	0	0	978.1098	1.631Padi MK1 <= 978.1098
Ketersediaan Air 14	0	1.601	0	0	0	0	958.6696	1.601Padi MK1 <= 958.6696
Ketersediaan Air 15	0	1.751	0	0	0	0	1049.401	1.751Padi MK1 <= 1049.401
Ketersediaan Air 16	0	0	0	0	0	0	0	<= 0
Ketersediaan Air 17	0	0	0	0	0	0	0	<= 0
Ketersediaan Air 18	0	.07	0	0	0	0	43.5843	.07Padi MK1 <= 43.5843
Ketersediaan Air 19	0	.5	0	0	0	0	300.903	.5Padi MK1 <= 300.903
Ketersediaan Air 20	0	.55	0	0	0	0	331.5833	.55Padi MK1 <= 331.5833
Ketersediaan Air 21	0	.34	0	0	0	0	205.662	.34Padi MK1 <= 205.662

Linear Programming

Data Screen

Heizer/Render's Operations Management Textbook

### Lampiran 3b. Hasil Program QM Untuk Scenario 2 (Kondisi Eksisting Dengan Luas Lahan 715Ha) Dengan Fungsi Tujuan Luas Lahan (*Sumber : Hasil Perhitungan*)

POM for Windows - E:\TUGAS S2-SEMESTER 3\THESIS\QM\Eksisting-FAO JAGUNG-715Ha-New.lin

File Edit View Module Format Tools Window Help

Times New Roman 9.71 B I U .0000

Objective: ☒ Maximize ☐ Minimize

Note: Multiple optimal solutions exist

Linear Programming Results

Coba Tesis Solution

	Padi MH	Padi MK1	Padi MK2	Polowijo MH	Polowijo MK1	Polowijo MK2	RHS	Dual
Ketersediaan Air 18	0	.07	0	0	0	0	43.5843	0
Ketersediaan Air 19	0	.5	0	0	0	0	300.903	0
Ketersediaan Air 20	0	.55	0	0	0	0	331.5833	0
Ketersediaan Air 21	0	.34	0	0	0	0	205.662	0
Ketersediaan Air 22	0	.63	0	0	0	0	376.9438	0
Ketersediaan Air 23	0	.42	0	0	0	0	249.1425	0
Ketersediaan Air 24	0	.24	0	0	0	0	141.6714	0
Ketersediaan Air 25	0	0	2.362	0	0	0	709.3471	0
Ketersediaan Air 26	0	0	2.052	0	0	0	615.3661	0
Ketersediaan Air 27	0	0	2.472	0	0	.36	871.5487	0
Ketersediaan Air 28	0	0	1.551	0	0	.49	640.7664	0
Ketersediaan Air 29	0	0	1.581	0	0	.67	716.2272	0
Ketersediaan Air 30	0	0	1.541	0	0	.74	729.4573	0
Ketersediaan Air 31	0	0	1.621	0	0	.84	787.8979	0
Ketersediaan Air 32	0	0	1.571	0	0	.94	808.4881	0
Ketersediaan Air 33	0	0	1.441	0	0	.81	723.5472	0
Ketersediaan Air 34	0	0	.85	0	0	.44	414.3541	0
Ketersediaan Air 35	0	0	.61	0	0	.004	184.5718	0
Ketersediaan Air 36	0	0	0	0	0	0	0	0
Solution>	562.7514	590.2975	216.146	152.2486	124.7025	498.854	2145	

Linear Programming

Solution Screen

Heizer/Render's Operations Management Textbook

#### Lampiran 4a. Input Program QM Untuk Scenario 2 (Kondisi Eksisting Dengan Luas Lahan 715Ha) Dengan Fungsi Tujuan Keuntungan (Sumber : Hasil Perhitungan)

POM for Windows - E:\TUGAS S2-SEMESTER 3\THESIS\QM\Existing-FAO JAGUNG-715Ha-Harga.lin - [Data Table]

File Edit View Module Format Tools Window Help

Times New Roman 9.71 B I U .0000

Objective: ☒ Maximize ☐ Minimize

Instruction: Enter the name for this variable. Almost any character is permissible.

Coba Tesis

	Padi MH	Padi MK1	Padi MK2	Polowijo MH	Polowijo MK1	Polowijo MK2		RHS	Equation form
Maximize	30,000,000	30,000,000	30,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000			Max 3E+07Padi MH + 3E+07Padi
Luas MH	1	0	0	1	0	0	<=	715	Padi MH + Polowijo MH <= 715
Luas MK1	0	1	0	0	1	0	<=	715	Padi MK1 + Polowijo MK1 <= 715
Luas MK2	0	0	1	0	0	1	<=	715	Padi MK2 + Polowijo MK2 <= 715
Ketersediaan Air 1	2.222	0	0	0	0	0	<=	1,389.291	2.222Padi MH <= 1389.291
Ketersediaan Air 2	2.152	0	0	.09	0	0	<=	1,343.861	2.152Padi MH + .09Polowijo MH
Ketersediaan Air 3	2.312	0	0	.31	0	0	<=	1,452.681	2.312Padi MH + .31Polowijo MH
Ketersediaan Air 4	1.431	0	0	.49	0	0	<=	909.3791	1.431Padi MH + .49Polowijo MH
Ketersediaan Air 5	1.371	0	0	.62	0	0	<=	878.2188	1.371Padi MH + .62Polowijo MH
Ketersediaan Air 6	1.521	0	0	.6	0	0	<=	969.9097	1.521Padi MH + .6Polowijo MH <=
Ketersediaan Air 7	1.371	0	0	.59	0	0	<=	876.8188	1.371Padi MH + .59Polowijo MH
Ketersediaan Air 8	1.341	0	0	.72	0	0	<=	864.2686	1.341Padi MH + .72Polowijo MH
Ketersediaan Air 9	1.341	0	0	.57	0	0	<=	856.0286	1.341Padi MH + .57Polowijo MH
Ketersediaan Air 10	.58	0	0	.25	0	0	<=	373.2937	.58Padi MH + .25Polowijo MH <=
Ketersediaan Air 11	.3	0	0	0	0	0	<=	188.5119	.3Padi MH <= 188.5119
Ketersediaan Air 12	.11	0	0	0	0	0	<=	63.8963	.11Padi MH <= 63.8963
Ketersediaan Air 13	0	1.631	0	0	0	0	<=	978.1098	1.631Padi MK1 <= 978.1098
Ketersediaan Air 14	0	1.601	0	0	0	0	<=	958.6696	1.601Padi MK1 <= 958.6696
Ketersediaan Air 15	0	1.751	0	0	0	0	<=	1,049.401	1.751Padi MK1 <= 1049.401
Ketersediaan Air 16	0	0	0	0	0	0	<=	0	<= 0
Ketersediaan Air 17	0	0	0	0	0	0	<=	0	<= 0
Ketersediaan Air 18	0	.07	0	0	0	0	<=	43.5843	.07Padi MK1 <= 43.5843
Ketersediaan Air 19	0	.5	0	0	0	0	<=	300.903	.5Padi MK1 <= 300.903
Ketersediaan Air 20	0	.55	0	0	0	0	<=	331.5833	.55Padi MK1 <= 331.5833
Ketersediaan Air 21	0	.34	0	0	0	0	<=	205.662	.34Padi MK1 <= 205.662

Linear Programming

Data Screen

Heizer/Render's Operations Management Textbook

#### Lampiran 4b. Hasil Program QM Untuk Scenario 2 (Kondisi Eksisting Dengan Luas Lahan 715Ha) Dengan Fungsi Tujuan Keuntungan (Sumber : Hasil Perhitungan)

POM for Windows - E:\TUGAS S2-SEMESTER 3\THESIS\QM\Existing-FAO JAGUNG-715Ha-Harga.lin

File Edit View Module Format Tools Window Help

Times New Roman 9.71 B I U .0000

Objective: ☒ Maximize ☐ Minimize

Instruction: There are more results available in additional windows. These may be opened by using the WINDOW option in the Main Menu.

Linear Programming Results

Coba Tesis Solution

	Padi MH	Padi MK1	Padi MK2	Polowijo MH	Polowijo MK1	Polowijo MK2		RHS	Dual
Ketersediaan Air 18	0	.07	0	0	0	0	<=	43.5843	0
Ketersediaan Air 19	0	.5	0	0	0	0	<=	300.903	0
Ketersediaan Air 20	0	.55	0	0	0	0	<=	331.5833	0
Ketersediaan Air 21	0	.34	0	0	0	0	<=	205.662	0
Ketersediaan Air 22	0	.63	0	0	0	0	<=	376.9438	0
Ketersediaan Air 23	0	.42	0	0	0	0	<=	249.1425	0
Ketersediaan Air 24	0	.24	0	0	0	0	<=	141.6714	75,000,000
Ketersediaan Air 25	0	0	2.362	0	0	0	<=	709.3471	0
Ketersediaan Air 26	0	0	2.052	0	0	0	<=	615.3661	0
Ketersediaan Air 27	0	0	2.472	0	0	.36	<=	871.5487	0
Ketersediaan Air 28	0	0	1.551	0	0	.49	<=	640.7664	13,584,250
Ketersediaan Air 29	0	0	1.581	0	0	.67	<=	716.2272	0
Ketersediaan Air 30	0	0	1.541	0	0	.74	<=	729.4573	0
Ketersediaan Air 31	0	0	1.621	0	0	.84	<=	787.8979	0
Ketersediaan Air 32	0	0	1.571	0	0	.94	<=	808.4881	5,684,807.0
Ketersediaan Air 33	0	0	1.441	0	0	.81	<=	723.5472	0
Ketersediaan Air 34	0	0	.85	0	0	.44	<=	414.3541	0
Ketersediaan Air 35	0	0	.61	0	0	.004	<=	184.5718	0
Ketersediaan Air 36	0	0	0	0	0	0	<=	0	0
Solution->	580.8755	590.2975	299.5877	118.4925	124.7025	359.3999		51,353,960,000	

Linear Programming

Solution Screen

Heizer/Render's Operations Management Textbook

## Lampiran 5a. Input Program QM Untuk Scenario 3 (Lining Untuk Luas Lahan 715Ha) Dengan Fungsi Tujuan Luas Lahan (*Sumber : Hasil Perhitungan*)

POM for Windows - E:\TUGAS S2-SEMESTER 3\THESIS\QM\Lining-FAO JAGUNG-715Ha.lin - [Data Table]

File Edit View Module Format Tools Window Help

Times New Roman 9.71 100% .0000

Objective: Maximize Minimize

Instruction: Enter the name for this variable. Almost any character is permissible.

Coba Tesis

	Padi MH	Padi MK1	Padi MK2	Polowijo MH	Polowijo MK1	Polowijo MK2	RHS	Equation form
Maximize	1	1	1	1	1	1		Max Padi MH + Padi MK1 + Padi
Luas MH	1	0	0	1	0	0	715	Padi MH + Polowijo MH <= 715
Luas MK1	0	1	0	0	1	0	715	Padi MK1 + Polowijo MK1 <= 715
Luas MK2	0	0	1	0	0	1	715	Padi MK2 + Polowijo MK2 <= 715
Ketersediaan Air 1	2.102	0	0	0	0	0	1531.542	2.102Padi MH <= 1531.542
Ketersediaan Air 2	2.022	0	0	.09	0	0	1484.781	2.022Padi MH + .09Polowijo MH
Ketersediaan Air 3	2.172	0	0	.29	0	0	1594.512	2.172Padi MH + .29Polowijo MH
Ketersediaan Air 4	1.351	0	0	.46	0	0	889.4289	1.351Padi MH + .46Polowijo MH
Ketersediaan Air 5	1.291	0	0	.59	0	0	858.1686	1.291Padi MH + .59Polowijo MH
Ketersediaan Air 6	1.431	0	0	.57	0	0	951.5195	1.431Padi MH + .57Polowijo MH
Ketersediaan Air 7	1.291	0	0	.56	0	0	865.6887	1.291Padi MH + .56Polowijo MH
Ketersediaan Air 8	1.271	0	0	.67	0	0	853.6585	1.271Padi MH + .67Polowijo MH
Ketersediaan Air 9	1.261	0	0	.54	0	0	847.7685	1.261Padi MH + .54Polowijo MH
Ketersediaan Air 10	.55	0	0	.23	0	0	373.4137	.55Padi MH + .23Polowijo MH <=
Ketersediaan Air 11	.28	0	0	0	0	0	189.1019	.28Padi MH <= 189.1019
Ketersediaan Air 12	.1	0	0	0	0	0	64.7564	.1Padi MH <= 64.7564
Ketersediaan Air 13	0	1.541	0	0	0	0	1135.281	1.541Padi MK1 <= 1135.281
Ketersediaan Air 14	0	1.511	0	0	0	0	1115.571	1.511Padi MK1 <= 1115.571
Ketersediaan Air 15	0	1.651	0	0	0	0	1207.541	1.651Padi MK1 <= 1207.541
Ketersediaan Air 16	0	0	0	0	0	0	0	<= 0
Ketersediaan Air 17	0	0	0	0	0	0	0	<= 0
Ketersediaan Air 18	0	.07	0	0	0	0	48.4248	.07Padi MK1 <= 48.4248
Ketersediaan Air 19	0	.47	0	0	0	0	305.593	.47Padi MK1 <= 305.593
Ketersediaan Air 20	0	.52	0	0	0	0	336.6833	.52Padi MK1 <= 336.6833
Ketersediaan Air 21	0	.32	0	0	0	0	208.9821	.32Padi MK1 <= 208.9821

Linear Programming

Data Screen

Heizer/Render's Operations Management Textbook

## Lampiran 5b. Hasil Program QM Untuk Scenario 3 (Lining Untuk Luas Lahan 715Ha) Dengan Fungsi Tujuan Luas Lahan (*Sumber : Hasil Perhitungan*)

POM for Windows - E:\TUGAS S2-SEMESTER 3\THESIS\QM\Lining-FAO JAGUNG-715Ha.lin

File Edit View Module Format Tools Window Help

Times New Roman 9.71 100% .0000

Objective: Maximize Minimize

Note: Multiple optimal solutions exist

Linear Programming Results

Coba Tesis Solution

	Padi MH	Padi MK1	Padi MK2	Polowijo MH	Polowijo MK1	Polowijo MK2	RHS	Dual
Ketersediaan Air 18	0	.07	0	0	0	0	48.4248	0
Ketersediaan Air 19	0	.47	0	0	0	0	305.593	0
Ketersediaan Air 20	0	.52	0	0	0	0	336.6833	0
Ketersediaan Air 21	0	.32	0	0	0	0	208.9821	0
Ketersediaan Air 22	0	.59	0	0	0	0	380.7138	0
Ketersediaan Air 23	0	.39	0	0	0	0	251.9425	0
Ketersediaan Air 24	0	.22	0	0	0	0	143.5814	0
Ketersediaan Air 25	0	0	2.232	0	0	0	788.8279	0
Ketersediaan Air 26	0	0	1.931	0	0	0	693.5769	0
Ketersediaan Air 27	0	0	2.332	0	0	.34	949.7795	0
Ketersediaan Air 28	0	0	1.461	0	0	.46	629.8563	0
Ketersediaan Air 29	0	0	1.491	0	0	.64	705.4871	0
Ketersediaan Air 30	0	0	1.451	0	0	.7	718.6772	0
Ketersediaan Air 31	0	0	1.531	0	0	.79	767.1377	0
Ketersediaan Air 32	0	0	1.481	0	0	.88	788.4979	0
Ketersediaan Air 33	0	0	1.361	0	0	.76	704.597	0
Ketersediaan Air 34	0	0	.8	0	0	.42	399.124	0
Ketersediaan Air 35	0	0	.58	0	0	0	182.0018	0
Ketersediaan Air 36	0	0	0	0	0	0	0	0
Solution->	622.4231	645.2776	260.0631	92.5769	69.7223	454.9369	2145	

Linear Programming

Solution Screen

Heizer/Render's Operations Management Textbook

## Lampiran 6a. Input Program QM Untuk Scenario 3 (Lining Untuk Luas Lahan 715Ha) Dengan Fungsi Tujuan Keuntungan (Sumber : Hasil Perhitungan)

POM for Windows - E:\TUGAS S2-SEMESTER 3\THESES\QM\Lining-FAO JAGUNG-715Ha-Harga.lin - [Data Table]

File Edit View Module Format Tools Window Help

Times New Roman 9.71 B I U .0000

Objective: Maximize  
Instruction: Enter the name for this variable. Almost any character is permissible.

Coba Tesis

	Padi MH	Padi MK1	Padi MK2	Polowijo MH	Polowijo MK1	Polowijo MK2	RHS	Equation form
Maximize	30,000,000	30,000,000	30,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000		Max 3E+07Padi MH + 3E+07Padi
Luas MH	1	0	0	1	0	0	715	Padi MH + Polowijo MH <= 715
Luas MK1	0	1	0	0	1	0	715	Padi MK1 + Polowijo MK1 <= 715
Luas MK2	0	0	1	0	0	1	715	Padi MK2 + Polowijo MK2 <= 715
Ketersediaan Air 1	2.102	0	0	0	0	0	1,531.542	2.102Padi MH <= 1531.542
Ketersediaan Air 2	2.022	0	0	.09	0	0	1,484.781	2.022Padi MH + .09Polowijo MH
Ketersediaan Air 3	2.172	0	0	.29	0	0	1,594.512	2.172Padi MH + .29Polowijo MH
Ketersediaan Air 4	1.351	0	0	.46	0	0	889.4289	1.351Padi MH + .46Polowijo MH
Ketersediaan Air 5	1.291	0	0	.59	0	0	858.1686	1.291Padi MH + .59Polowijo MH
Ketersediaan Air 6	1.431	0	0	.57	0	0	951.5195	1.431Padi MH + .57Polowijo MH
Ketersediaan Air 7	1.291	0	0	.56	0	0	865.6887	1.291Padi MH + .56Polowijo MH
Ketersediaan Air 8	1.271	0	0	.67	0	0	853.6585	1.271Padi MH + .67Polowijo MH
Ketersediaan Air 9	1.261	0	0	.54	0	0	847.7685	1.261Padi MH + .54Polowijo MH
Ketersediaan Air 10	.55	0	0	.23	0	0	373.4137	.55Padi MH + .23Polowijo MH <=
Ketersediaan Air 11	.28	0	0	0	0	0	189.1019	.28Padi MH <= 189.1019
Ketersediaan Air 12	.1	0	0	0	0	0	64.7564	.1Padi MH <= 64.7564
Ketersediaan Air 13	0	1.541	0	0	0	0	1,135.281	1.541Padi MK1 <= 1135.281
Ketersediaan Air 14	0	1.511	0	0	0	0	1,115.571	1.511Padi MK1 <= 1115.571
Ketersediaan Air 15	0	1.651	0	0	0	0	1,207.541	1.651Padi MK1 <= 1207.541
Ketersediaan Air 16	0	0	0	0	0	0	0	<= 0
Ketersediaan Air 17	0	0	0	0	0	0	0	<= 0
Ketersediaan Air 18	0	.07	0	0	0	0	48.4248	.07Padi MK1 <= 48.4248
Ketersediaan Air 19	0	.47	0	0	0	0	305.593	.47Padi MK1 <= 305.593
Ketersediaan Air 20	0	.52	0	0	0	0	336.6833	.52Padi MK1 <= 336.6833
Ketersediaan Air 21	0	.32	0	0	0	0	208.9821	.32Padi MK1 <= 208.9821

Linear Programming Data Screen Heizer/Flender's Operations Management Textbook

## Lampiran 6b. Hasil Program QM Untuk Scenario 3 (Lining Untuk Luas Lahan 715Ha) Dengan Fungsi Tujuan Keuntungan (Sumber : Hasil Perhitungan)

POM for Windows - E:\TUGAS S2-SEMESTER 3\THESES\QM\Lining-FAO JAGUNG-715Ha-Harga.lin

File Edit View Module Format Tools Window Help

Times New Roman 9.71 B I U .0000

Objective: Maximize  
Instruction: There are more results available in additional windows. These may be opened by using the WINDOW option in the Main Menu.

Linear Programming Results

Coba Tesis Solution

	Padi MH	Padi MK1	Padi MK2	Polowijo MH	Polowijo MK1	Polowijo MK2	RHS	Dual
Ketersediaan Air 18	0	.07	0	0	0	0	48.4248	0
Ketersediaan Air 19	0	.47	0	0	0	0	305.593	0
Ketersediaan Air 20	0	.52	0	0	0	0	336.6833	0
Ketersediaan Air 21	0	.32	0	0	0	0	208.9821	0
Ketersediaan Air 22	0	.59	0	0	0	0	380.7138	30,508.480
Ketersediaan Air 23	0	.39	0	0	0	0	251.9425	0
Ketersediaan Air 24	0	.22	0	0	0	0	143.5814	0
Ketersediaan Air 25	0	0	2.232	0	0	0	788.8279	0
Ketersediaan Air 26	0	0	1.931	0	0	0	693.5769	0
Ketersediaan Air 27	0	0	2.332	0	0	.34	949.7795	0
Ketersediaan Air 28	0	0	1.461	0	0	.46	629.8563	0
Ketersediaan Air 29	0	0	1.491	0	0	.64	705.4871	0
Ketersediaan Air 30	0	0	1.451	0	0	.7	718.6772	0
Ketersediaan Air 31	0	0	1.531	0	0	.79	767.1377	0
Ketersediaan Air 32	0	0	1.481	0	0	.88	788.4979	0
Ketersediaan Air 33	0	0	1.361	0	0	.76	704.597	0
Ketersediaan Air 34	0	0	.8	0	0	.42	399.124	28,571.430
Ketersediaan Air 35	0	0	.58	0	0	0	182.0018	12,315.270
Ketersediaan Air 36	0	0	0	0	0	0	0	0
Solution->	639.6965	645.2776	313.7962	54.7803	69.7223	352.5881	53,688,200,000	

Linear Programming Solution Screen Heizer/Flender's Operations Management Textbook

Lampiran 7. Peta Kontur Daerah Irigasi Kairatu I (Sumber : Hasil Analisis)

